




BEST AVAILABLE COPY**Method and apparatus for recognizing object**

Patent number: DE10132860
Publication date: 2002-02-21
Inventor: SHIRAI NORIAKI (JP); SAMUKAWA YOSHIE (JP); MATSUOKA KEIJI (JP)
Applicant: DENSO CORP (JP)
Classification:
- international: B60Q1/52; G01S7/48; G01S17/93; G01S13/93; B60Q1/50; G01S7/48; G01S17/00; G01S13/00; (IPC1-7): G01S13/93; G01S17/93
- european: B60Q1/52A; G01S7/48A; G01S17/93
Application number: DE20011032860 20010706
Priority number(s): JP20000208559 20000710

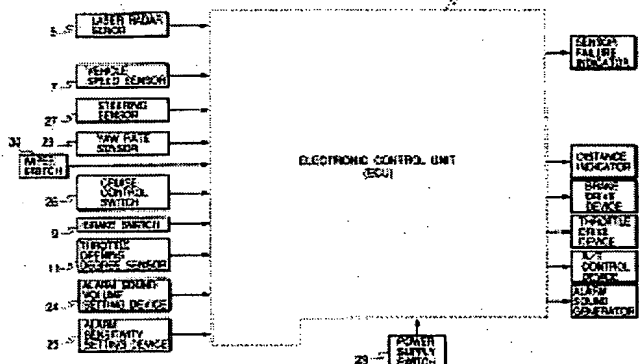
Also published as:

 US6650235 (B2)
 US2001052844 (A)
 JP2002022831 (A)

Report a data error he

Abstract not available for DE10132860
 Abstract of corresponding document: **US2001052844**

A transmission wave is applied to a predetermined range in a width-wise direction of a subject vehicle. Objects located ahead of the subject vehicle are recognized on the basis of reflected waves which result from reflections of the transmission wave. The reflected waves are converted into a received signal. Detection is made regarding a variation in an intensity of the received signal along a direction corresponding to the width-wise direction of the subject vehicle. The received signal is separated into a first signal portion and a second signal portion on the basis of the detected signal intensity variation. The first signal portion corresponds to a scattered portion of the transmission wave. The second signal portion corresponds to an unscattered portion of the transmission wave. Objects are recognized on the basis of the second signal portion.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Offenlegungsschrift
DE 101 32 860 A 1**

⑤ Int. Cl.⁷:
G 01 S 13/93
G 01 S 17/93

⑳ Aktenzeichen: 101 32 860.5
㉔ Anmeldetag: 6. 7. 2001
㉕ Offenlegungstag: 21. 2. 2002

DE 101 32 860 A 1

③① Unionspriorität:
00-208559 10. 07. 2000 JP

⑦① Anmelder:
Denso Corp., Kariya, Aichi, JP

⑦④ Vertreter:
WINTER, BRANDL, FÜRNISS, HÜBNER, RÖSS,
KAISER, POLTE, Partnerschaft, 85354 Freising

⑦② Erfinder:
Shirai, Noriaki, Kariya, Aichi, JP; Samukawa,
Yoshie, Kariya, Aichi, JP; Matsuoka, Keiji, Kariya,
Aichi, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Verfahren und Vorrichtung zum Erkennen eines Objekts

⑤⑦ Eine Sendewelle wird auf einen vorbestimmten Bereich in Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs ausgesendet. Objekte, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, werden auf der Basis von reflektierten Wellen erkannt, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben. Die reflektierten Wellen werden in ein empfangenes Signal umgewandelt. Es wird eine Erfassung bezüglich einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeuges entspricht, vorgenommen. Das empfangene Signal wird in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensitätsabweichung aufgeteilt. Der erste Signalanteil entspricht einem gestreuten Anteil der Sendewelle. Der zweite Signalanteil entspricht einem ungestreuten Anteil der Sendewelle. Objekte werden auf der Basis des zweiten Signalanteils erkannt.

DE 101 32 860 A 1

Beschreibung

HINTERGRUND DER ERFINDUNG

Gebiet der Erfindung

[0001] Diese Erfindung betrifft ein Verfahren zum Erkennen eines Objekts. Außerdem betrifft die Erfindung eine Vorrichtung zum Erkennen eines Objekts, welches auf einem Fahrzeug montiert werden kann. Überdies betrifft diese Erfindung ein Aufzeichnungsmedium, welches ein Computerprogramm zum Erkennen eines Objekts speichert.

Beschreibung des Stands der Technik

[0002] Eine bekannte Objekterkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug sendet einen vorwärtsgerichteten Wellenstrahl wie etwa einen Lichtstrahl oder einen Millimeterwellenstrahl von der Karosserie des Fahrzeugs aus und ermöglicht es dem vorwärtsgerichteten Wellenstrahl, einen gegebenen Winkelbereich vor der Karosserie des Fahrzeugs abzutasten. Falls sich ein Objekt in dem gegebenen Winkelbereich befindet, trifft der vorwärtsgerichtete Wellenstrahl auf das Objekt, bevor er durch dieses zumindest teilweise zurückgeworfen wird. Ein Teil des reflektierten Wellenstrahls kehrt zu der Vorrichtung als ein Echowellenstrahl zurück. Die Vorrichtung erfäßt und erkennt das Objekt als Antwort auf den Echowellenstrahl.

[0003] Die bekannte Objekterkennungsvorrichtung wird in einem Warnsystem für ein Fahrzeug verwendet, welches anspricht, wenn sich ein Hindernis wie etwa ein vorausfahrendes Fahrzeug in einem gegebenen Winkelbereich vor dem Bezugsfahrzeug befindet. Die bekannte Objekterkennungsvorrichtung wird auch in einem System für ein Fahrzeug verwendet, welches die Geschwindigkeit des Fahrzeugs regelt, um einen angemessenen Abstand zwischen dem Fahrzeug und einem vorausfahrenden Fahrzeug aufrechtzuerhalten.

[0004] Es ist bekannt, einen Laserstrahl als einen vorwärtsgerichteten Wellenstrahl in einer Objekterkennungsvorrichtung für ein Fahrzeug zu verwenden. Im allgemeinen weist das vordere Ende einer solchen Objekterkennungsvorrichtung ein transparentes Bauelement auf, durch welches der vorwärtsgerichtete Laserstrahl fällt. Ein Wassertropfen trifft auf das transparente Bauelement, wobei er auf diesem eine linsenähnliche Gestalt annimmt. In manchen Fällen wird der vorwärtsgerichtete Laserstrahl gestreut, wenn er durch die linsenähnliche Wasserausbildung auf dem transparenten Bauteil fällt. Die Streuung vergrößert die Querschnittsfläche des vorwärtsgerichteten Laserstrahls. Eine Vergrößerung der Querschnittsfläche des vorwärtsgerichteten Laserstrahls reduziert die Erfassungsaufösung einer Objektposition und die Erfassungsgenauigkeit einer Objektgröße.

[0005] Im allgemeinen wird ein gegebener Winkelbereich (ein gegebenes objekterfaßbares Gebiet oder ein gegebenes Erfassungsgebiet) vor der Karosserie des Fahrzeugs von dem vorwärtsgerichteten Laserstrahl abgetastet, während die Winkelrichtung des vorwärtsgerichteten Laserstrahls aufeinanderfolgend zwischen solchen wechselt, die durch gleiche Einheitswinkel voneinander abgesetzt sind. Gemäß einem Beispiel treten bei Nichtvorhandensein einer linsenähnlichen Wasserausbildung auf einer Oberfläche des transparenten Bauelements erfäßte Echostrahlen für 5 aufeinanderfolgende Winkelrichtungen des vorwärtsgerichteten Laserstrahls auf. Andererseits treten bei Vorhandensein einer linsenähnlichen Wasserausbildung auf der Oberfläche des transparenten Bauteils erfäßte Echostrahlen für 10 aufeinander-

derfolgende Winkelrichtungen des vorwärtsgerichteten Laserstrahls auf. In diesem Fall ist die erfäßte Breite eines Objekts zweimal so groß wie dessen wahre Breite.

[0006] Die vorstehend erwähnte Streuung verursacht manchmal ein Wandern des vorwärtsgerichteten Laserstrahls aus dem Erfassungsgebiet vor der Karosserie des Fahrzeugs heraus. Wenn solch ein vorwärtsgerichteter Laserstrahl auf ein Objekt außerhalb des Erfassungsgebiets trifft und von diesem zurückgeworfen wird, kann ein Echostrahl zu der Objekterkennungsvorrichtung zurückkehren. Auf der Basis dieses Echostrahls erkennt die Vorrichtung das Objekt außerhalb des Erfassungsgebiets fälschlicherweise als ein Objekt darin.

[0007] Ein Bauelement, welches einen Spalt aufweist, wird verwendet, um den Querschnitt eines vorwärtsgerichteten Laserstrahls verschmälern und in eine ideale Form zu bringen. Beugung an dem Spalt ruft eine verstärkte Lichtintensität in einem Randbereich des Strahls hervor, so daß die Form des Querschnitts des Strahls von der idealen abweicht. Deshalb weicht die theoretische Form des Querschnitts des vorwärtsgerichteten Laserstrahls, welcher in einer Objekterkennungsvorrichtung verwendet wird, von dessen wahrer Form ab. Die Abweichung zwischen der theoretischen Form und der wahren Form ruft eine Verschlechterung in der Objekterkennungsgenauigkeit durch die Vorrichtung hervor.

[0008] Die Japanische veröffentlichte Patentanmeldung Nr. P2000-180532A offenbart ein Verfahren eines Erfassens einer Objektposition, welches in einem Radar vom Abtasttyp für ein Fahrzeug verwendet wird. Der Radar strahlt einen Millimeterwellenstrahl aus. Das Verfahren in der Japanischen Anmeldung P2000-180532A ist dazu ausgelegt, das nachfolgende Verfahren umzusetzen. In dem Fall, in dem eine Mehrzahl von Maxima der Leistung eines reflektierten Strahls und eine durch die Mehrzahl von Maxima ausgebildete Mehrzahl von Bergen besteht, und in dem Reflexion aufgrund einer Nebenkeule in der Leistung des reflektierten Strahls enthalten ist, wird ein Schwellenwert angesetzt, um die Leistung der Reflexion aufgrund der Nebenkeule so zu entfernen, daß eine breitengemäße Winkelmitte bei Winkeln, welche durch Maxima beider Enden an den verbleibenden Maxima definiert sind, als eine Mittenposition eines Objekts erfäßt wird.

[0009] Das US-Patent Nr. 5,627,511 (entspricht der Japanischen veröffentlichten Patentanmeldung Nr. 8-122437) offenbart eine Abstandsmeßvorrichtung für ein Kraftfahrzeug, welche den Einfluß von in der Luft schwebenden Teilchen kompensiert. Die Vorrichtung des US-Patents Nr. 5,627,511 gibt Laserimpulssignale an gegebenen Winkelintervallen über einer objekterfaßbaren Zone aus und empfängt ein Signal, welches durch Reflexion eines der ausgegebenen Signale von einem reflektierenden Objekt hervorgerufen wird, um den Abstand zu dem Objekt zu bestimmen. Die Vorrichtung hat die Funktion des Bestimmens eines Typs des Objekts, welches sich in der objekterfaßbaren Zone befindet. In dem Fall, in dem eine Mehrzahl von Signalen vorliegt, welche durch Dispersion eines einzelnen Schusses des Laserimpulssignals hervorgerufen wird, und in dem Abstände, welche durch vom Großteil der objekterfaßbaren Zone reflektierte Signale abgeleitet werden, gegebene kürzere Abstandswerte zeigen, wird das sich in der objekterfaßbaren Zone befindende Objekt als ein in der Luft schwebendes Teilchen wie etwa Schnee oder Nebel identifiziert.

[0010] Das US-Patent Nr. 4,699,507 (entspricht der Japanischen veröffentlichten Patentanmeldung Nr. 60-201276) offenbart eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Messen des Abstands zu einem erwünschten lichtreflektierenden Objekt. Die Vorrichtung und das Verfahren des US-Patents Nr. 4,699,507 sind in der Lage, fehlerhafte Messungen auf-

grund der Anwesenheit von in der Luft verteilten lichtreflektierten Teilchen zu erkennen. Der Intensitätsbereich reflektierten Lichts, welcher durch in der Luft befindliche Teilchen erzielbar ist, wird vorab gespeichert. Wenn die Ist-Intensität reflektierten Lichts innerhalb der oben angedeuteten Grenze liegt, wird das Ausgeben des gemessenen Abstands zu dem lichtreflektierenden Objekt unterdrückt.

[0011] Das US-Patent Nr. 5,805,527 (entspricht der Japanischen veröffentlichten Patentanmeldung Nr. 9-236661 offenbart eine Abstandsmessvorrichtung, welche eine Wellensendevorrichtung zum Aussenden einer Sendewelle enthält. Die Vorrichtung in dem US-Patent Nr. 5,805,527 enthält auch eine Wellenempfangsvorrichtung zum Empfangen einer Reflexionswelle, welche aus der Reflexion der Sendewelle durch ein Reflexionsobjekt resultiert, als eine Empfangswelle. Eine Zeitdifferenzmessvorrichtung ist zum Messen einer Zeitdifferenz zwischen einem Moment, an welchem die Wellensendevorrichtung die Sendewelle aussendet, und einem Moment, an welchem die Wellenempfangsvorrichtung die Empfangswelle empfängt, fähig. Eine Abstandsberechnungsvorrichtung ist zum Berechnen eines Abstands zu dem Reflexionsobjekt auf der Basis der Zeitdifferenz, welche durch die Zeitdifferenzmessvorrichtung berechnet wurde, fähig. Eine Fehlerkorrekturvorrichtung ist zum Erkennen eines Zeitintervalls, während dessen ein Signalpegel der Empfangswelle größer bleibt als ein vorbestimmter Schwellenpegel, und zum Korrigieren eines Fehlers in dem berechneten Abstand zu dem Reflexionsobjekt auf der Basis des erfaßten Zeitintervalls fähig, wobei der Fehler durch eine Differenz in der Intensität der Empfangswelle verursacht wird.

ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0012] Eine erste Aufgabe dieser Erfindung ist es, ein Verfahren zum genauen Erkennen eines Objekts zu schaffen.

[0013] Eine zweite Aufgabe dieser Erfindung ist es, eine Vorrichtung zum genauen Erkennen eines Objekts zu schaffen.

[0014] Eine dritte Aufgabe dieser Erfindung ist es, ein Aufzeichnungsmedium zu schaffen, welches ein Computerprogramm zum genauen Erkennen eines Objekts speichert.

[0015] Ein erster Aspekt dieser Erfindung schafft ein Verfahren eines Anwendens einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und eines Erkennens von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Umwandels der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal; des Erfassens einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht; des Trennens des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensitätsabweichung, wobei der erste Signalanteil einem gestreuten Anteil der Sendewelle entspricht und der zweite Signalanteil einem ungestreuten Anteil der Sendewelle entspricht; sowie des Erkennens von Objekten auf der Basis des zweiten Signalanteils.

[0016] Ein zweiter Aspekt dieser Erfindung schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, welche eine Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle, in ein empfangenes Signal, und zum Erkennen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und eine Erkennungseinrichtung zum

Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Erkennungsergebnissen durch die Radareinrichtung aufweist. Die Erkennungseinrichtung weist 1) Mittel zum Erfassen einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht; 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensitätsabweichung, wobei der erste Signalanteil einem gestreuten Anteil der Sendewelle entspricht und der zweite Signalanteil einem ungestreuten Anteil der Sendewelle entspricht; und 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des zweiten Signalanteils auf.

[0017] Ein dritter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zweiten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Erfassen der Intensität des empfangenen Signals und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensität aufweist.

[0018] Ein vierter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem dritten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts, welcher gleich einem Maximalwert der empfangenen Signalintensität abzüglich eines vorbestimmten Werts ist, Mittel zum Bestimmen, ob die erfaßte Intensität des empfangenen Signals kleiner ist als der Schwellenwert oder nicht, und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis der Bestimmung, ob die erfaßte Intensität des empfangenen Signals kleiner ist als der Schwellenwert oder nicht, aufweist.

[0019] Ein fünfter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zweiten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer Rate der erkannten Signalintensitätsabweichung und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf die berechnete Intensitätsabweichungsrate aufweist.

[0020] Ein sechster Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem fünften Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der berechneten Intensitätsabweichungsrate, welche einer vorbestimmten Steilheit entspricht, Mittel zum Bestimmen, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht, und Mittel zum Ausführen des Trennens des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis des Bestimmens, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner ist als der Schwellenwert oder nicht, aufweist.

[0021] Ein siebter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem fünften Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden Zustand entspricht, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb des vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, aufweist.

[0022] Ein achter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem fünften Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden, in einer vorgeschriebenen Fahrzeugbreitenrichtungsposition

auf tretenden Zustand entspricht, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, aufweist.

[0023] Ein neunter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem fünften Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer geraden, der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung mit einer Methode der kleinsten Quadrate angenäherten Linie, Mittel zum Berechnen einer Steigung der geraden Linie, und Mittel zum Berechnen der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung von der berechneten Steigung der geraden Linie aufweist.

[0024] Ein zehnter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zweiten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der Intensität des empfangenen Signals, Mittel zum Verwenden des Schwellenwerts in der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil, und Mittel zum Ändern des Schwellenwerts auf der Basis einer Größe eines erkannten Objekts aufweist.

[0025] Ein elfter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Fortsetzen des Wechsels des Schwellenwerts, bis eine Länge des erkannten Objekts in der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt, aufweist.

[0026] Ein zwölfter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zweiten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei das empfangene Signal einen Impuls enthält und eine Zeitdifferenz zwischen einer Vorderflanke und einer Hinterflanke des Impulses mit steigender Intensität des empfangenen Signals wächst, und wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Schätzen der Intensität des empfangenen Signals auf der Basis der Zeitdifferenz zwischen der Vorderflanke und der Hinterflanke des Impulses aufweist.

[0027] Ein dreizehnter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem zweiten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung eine Bedingungsschätzeinrichtung zum Schätzen, ob eine Streubedingung, daß die Sendewelle gestreut werden kann, eintritt oder nicht, Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil, nur wenn die Bedingungsschätzeinrichtung schätzt, daß die Streubedingung eintritt, aufweist.

[0028] Ein vierzehnter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem dreizehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Streubedingung eine Bedingung aufweist, daß ein Wassertropfen mit einem Bauelement der Radareinrichtung zusammentreffen kann, durch welche die Sendewelle fällt.

[0029] Ein fünfzehnter Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem vierzehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Bedingungsschätzeinrichtung Mittel zum Schätzen, ob die Streubedingung eintritt oder nicht, auf der Basis dessen, ob ein Windschutzscheibenwischer des Bezugsfahrzeugs aktiv ist oder nicht, aufweist.

[0030] Ein sechzehnter Aspekt dieser Erfindung schafft ein Aufzeichnungsmedium, welches ein Programm zum Steuern eines Computers speichert, welcher als die Erkennungseinrichtung in der Objekterkennungsvorrichtung des zweiten Aspekts dieser Erfindung arbeitet.

[0031] Ein siebzehnter Aspekt dieser Erfindung schafft ein Verfahren des Anwendens einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und des Erkennens von Objekten, welche

sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von reflektierten Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Umwandels der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal; wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, sowie sich der Anteil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, erniedrigt wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder höher als eine vorgeschriebene Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist; des Erfassens einer Rate einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht; des Trennens des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Intensitätsabweichungsrate, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welcher eine Intensität gleich oder höher als die vorgeschriebene Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; und des Erkennens von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils.

[0032] Ein achtzehnter Aspekt dieser Erfindung schafft ein Verfahren des Anwendens einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und des Erkennens von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von reflektierten Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben. Das Verfahren umfaßt die Schritte des Umwandels der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal; wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, sowie sich der Anteil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, erniedrigt wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher gleich oder größer ist als eine vorgeschriebene Intensität, zur Objekterkennung wirksam ist; des Setzens eines Schwellenwerts bezüglich einer Intensität des empfangenen Signals; des Trennens des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis des Schwellenwertes, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welcher die Intensität gleich oder größer als der vorgeschriebenen Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; des Erkennens von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils; und des Änderns des Schwellenwerts, bis eine Länge eines erkannten Objekts in der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt.

[0033] Ein neunzehnter Aspekt dieser Erfindung schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, welche eine Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, in ein empfangenes Signal, und zum Erfassen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Ergebnissen der Erfassung durch die Radareinrichtung aufweist; wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, sowie sich der Teil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, verringert wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder größer als eine vorgeschriebene Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist. Die Erkennungseinrichtung weist 1) Mittel zum Erfassen einer

Rate einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht; 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Intensitätsabweichungsrate, wobei der erste Signalanteil einem Anteil der Sendewelle entspricht, dessen Intensität gleich oder größer als die vorgeschriebene Intensität ist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; sowie 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils auf.

[0034] Ein zwanzigster Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem neunzehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der berechneten Intensitätsabweichungsrate aufweist, welche mit einer vorbestimmten Steilheit übereinstimmt, Mittel zum Bestimmen, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als ein Schwellenwert ist oder nicht, und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis der Bestimmung, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht.

[0035] Ein einundzwanzigster Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem neunzehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsgebiets befindet, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate mit einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden Zustand übereinstimmt, aufweist.

[0036] Ein zweiundzwanzigster Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem neunzehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, daß sich ein entsprechendes erfaßtes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsgebiets befindet, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate mit einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden, in einer vorgeschriebenen Fahrzeugbreitenrichtungsposition auftretenden Zustand übereinstimmt, aufweist.

[0037] Ein dreiundzwanzigster Aspekt dieser Erfindung basiert auf dem neunzehnten Aspekt und schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, wobei die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer geraden, der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung mit einer Methode der kleinsten Quadrate angenäherten Linie, Mittel zum Berechnen einer Steigung der geraden Linie und Mittel zum Berechnen der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung von der berechneten Steigung der geraden Linie aufweist.

[0038] Ein vierundzwanzigster Aspekt dieser Erfindung schafft eine Objekterkennungsvorrichtung, welche eine Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, in ein empfangenes Signal, und zum Erfassen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und eine Erkennungseinrichtung zum Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Erfassungsergebnissen durch die Radareinrichtung aufweist; wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, sowie sich der Teil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, verringert wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder höher als eine vorgeschriebene

Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist. Die Erkennungseinrichtung weist 1) Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich einer Intensität des empfangenen Signals; 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis des Schwellenwerts, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welche die Intensität gleich oder höher als die vorgeschriebene Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils; und 4) Mittel zum Ändern des Schwellenwerts, bis eine Länge eines erkannten Objekts in der Breitenrichtung des betreffenden Fahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt, auf.

KURZE BESCHREIBUNG DER ZEICHNUNGEN

[0039] Fig. 1 ist ein Blockdiagramm einer Fahrzeugregelungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform dieser Erfindung.

[0040] Fig. 2 ist ein Diagramm eines Laserradarsensors in Fig. 1.

[0041] Fig. 3 ist ein Diagramm eines ersten Beispiels der zeitlichen Spannungsabweichung des Ausgangssignals von einem Verstärker in Fig. 2.

[0042] Fig. 4 ist ein Diagramm eines zweiten Beispiels der zeitlichen Spannungsabweichung des Ausgangssignals von dem Verstärker in Fig. 2.

[0043] Fig. 5 ist ein Betriebsablaufdiagramm einer elektrischen Steuereinheit (ECU) in Fig. 1.

[0044] Fig. 6 ist ein Flußdiagramm eines Teils eines Programms für die ECU in Fig. 1.

[0045] Fig. 7 ist ein Diagramm eines Beispiels von erfaßten punktförmigen Objektteilen und Segmenten, welche sich aus dem Vereinigen naher erfaßter punktförmiger Objektteile ergeben.

[0046] Fig. 8 ist ein Koordinatentransformationsdiagramm.

[0047] Fig. 9 ist ein Diagramm eines Erfassungsbereichs, welcher durch den Laserradarsensor in Fig. 1 abgetastet wird, und vorausfahrender Fahrzeuge in dem Erfassungsbereich.

[0048] Fig. 10 ist ein Diagramm eines zu tiefen Schwellenwerts und ein erstes Beispiel der Beziehung zwischen einer Echoimpulsweite und einer Strahlordnungszahl.

[0049] Fig. 11 ist ein Diagramm des übermäßig tiefen Schwellenwerts und eines angemessenen Schwellenwerts, und das erste Beispiel der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0050] Fig. 12 ist ein Diagramm eines zweiten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0051] Fig. 13 ist ein Flußdiagramm eines Blocks in Fig. 6.

[0052] Fig. 14 ist ein Diagramm des zweiten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0053] Fig. 15 ist ein Diagramm eines dritten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0054] Fig. 16 ist ein Diagramm eines vierten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0055] Fig. 17 ist ein Diagramm eines fünften Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0056] Fig. 18 ist ein Diagramm eines sechsten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der

Strahlordnungszahl.

[0057] Fig. 19 ist ein Diagramm eines siebten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0058] Fig. 20 ist ein Diagramm eines achten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0059] Fig. 21 ist ein Diagramm eines neunten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0060] Fig. 22 ist ein Diagramm eines zehnten Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0061] Fig. 23 ist ein Diagramm eines elften Beispiels der Beziehung zwischen der Echoimpulsweite und der Strahlordnungszahl.

[0062] Fig. 24 ist ein Flußdiagramm eines Teils eines Programms für eine ECU in einer zweiten Ausführungsform dieser Erfindung.

GENAUE BESCHREIBUNG DER ERFINDUNG

Erste Ausführungsform

[0063] Fig. 1 zeigt eine Fahrzeugregelungsvorrichtung gemäß einer ersten Ausführungsform dieser Erfindung. Die Fahrzeugregelungsvorrichtung wird auf einem Fahrzeug montiert, welches im folgenden als das Bezugsfahrzeug oder das Bezugsfahrzeug bezeichnet wird. Die Fahrzeugregelungsvorrichtung warnt, wenn sich ein Hindernis in einem ausdrücklich genannten Zustand in einem gegebenen Winkelbereich (einem gegebenen Erfassungsgebiet) vor dem Bezugsfahrzeug befindet. Die Fahrzeugregelungsvorrichtung stellt die Geschwindigkeit des Bezugsfahrzeugs in Übereinstimmung mit der Geschwindigkeit eines vorausfahrenden Fahrzeugs ein. Die Fahrzeugregelungsvorrichtung beinhaltet ein Aufzeichnungsmedium.

[0064] Wie in Fig. 1 gezeigt, beinhaltet die Fahrzeugregelungsvorrichtung eine elektronische Steuereinheit (ECU) 3, welche einen Computer wie etwa einen Mikrocomputer aufweist. Der Computer in der ECU 3 weist eine Kombination eines Eingangs-/Ausgangs-(I/O)-Interface, einer CPU, eines ROM und eines RAM auf. Die ECU 3 (der Computer darin) arbeitet in Übereinstimmung mit einem Programm, welches in dem ROM gespeichert ist. Das Programm kann in dem RAM gespeichert sein. In diesem Fall ist der RAM mit einer Sicherungseinrichtung ausgerüstet.

[0065] Alternativ kann das Programm in einem Aufzeichnungsmedium wie etwa einer Diskette, einer magnetooptischen Platte, einer CD-ROM, einer DVD-ROM oder einer Festplatte gespeichert werden. In diesem Fall wird die ECU 3 mit einem Laufwerk für das Aufzeichnungsmedium verbunden, und das Programm wird auf den Computer der ECU 3 durch das Laufwerk heruntergeladen.

[0066] Die Fahrzeugregelungsvorrichtung beinhaltet einen Laserradarsensor 5, einen Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7, einen Bremsschalter 9 und einen Drosselklappenöffnungsgradsensor (einen Drosselklappenstellungssensor) 11, welche mit der ECU 3 verbunden werden. Die Ausgangssignale der Einrichtungen 5, 7, 9 und 11 werden in die ECU 3 eingegeben.

[0067] Die Fahrzeugregelungsvorrichtung beinhaltet einen Warntongenerator 13, einen Abstandsanzeiger 15, einen Sensorausfallanzeiger 17, eine Bremsantriebsvorrichtung 19, eine Drosselklappenantriebsvorrichtung 21 und eine Kraftfahrzeug-Automatikgetriebeeinrichtung 23, welche mit der ECU 3 verbunden sind. Die ECU 3 gibt Antriebsignale an die Vorrichtungen 13, 15, 17, 19, 21 und 23

aus.

[0068] Die Fahrzeugregelungsvorrichtung beinhaltet eine Warnton-Lautstärkeeinstellungsvorrichtung 24, eine Alarmempfindlichkeitseinstellungsvorrichtung 25, einen Fahrtreglerschalter 26, einen Lenkungssensor 27, einen Giergeschwindigkeitssensor 28 und einen Windschutzscheibenwischerschalter 30, welche mit der ECU 3 verbunden sind. Die Ausgangssignale der Vorrichtungen 24, 25, 26, 27, 28 und 30 werden in die ECU 3 eingegeben. Die Warnton-Lautstärkeeinstellungsvorrichtung 24 dient der Einstellung der Lautstärke eines Warntons. Die Alarmempfindlichkeitseinstellungsvorrichtung 25 dient dem Einstellen der Empfindlichkeit in einem Alarmbestimmungsablauf, welcher später erwähnt wird.

[0069] Die Fahrzeugregelungsvorrichtung beinhaltet einen Netzschalter 29, welcher mit der ECU 3 verbunden ist. Wenn der Netzschalter 29 in seine An-Stellung umgestellt wird, wird die ECU 3 leistungsbeaufschlagt und leitet vorbestimmte Abläufe ein.

[0070] Wie in Fig. 2 gezeigt, enthält der Laserradarsensor 5 einen lichtaussendenden Abschnitt 5A, einen lichtempfangenden Abschnitt 5B und eine CPU 70. Die CPU 70 beinhaltet einen Speicher, welcher ein Programm speichert. Die CPU 70 arbeitet in Übereinstimmung mit dem Programm.

[0071] Der lichtaussendende Abschnitt 5A in dem Laserradarsensor 5 beinhaltet eine Linse 71, einen Abtaster 72, eine Motorantriebsschaltung 74, eine Halbleiterlaserdiode 75, eine Laserdiodenantriebsschaltung 76 und eine Glasplatte 77. Der Abtaster 72 weist einen Spiegel 73 und einen Motor (nicht gezeigt) auf. Der Spiegel 73 ist mechanisch mit der Ausgangswelle des Motors verbunden. Der Spiegel 73 kann durch den Motor gedreht werden. Der Motor ist elektrisch mit der Motorantriebsschaltung 74 verbunden. Die Motorantriebsschaltung 74 ist mit der CPU 70 verbunden. Die Laserdiode 75 ist mit der Laserdiodenantriebsschaltung 76 verbunden. Die Laserdiodenantriebsschaltung 76 ist mit der CPU 70 verbunden.

[0072] Die Laserdiodenantriebsschaltung 76 empfängt ein Laserdiodenantriebssignal von der CPU 70. Die Laserdiodenantriebsschaltung 76 aktiviert die Laserdiode 75 als Antwort auf das Laserdiodenantriebssignal, so daß die Laserdiode 75 einen Puls laserstrahl aussendet. Der ausgesendete Puls laserstrahl tritt durch die Linse 71 hindurch, bevor er den Spiegel 73 erreicht und von diesem reflektiert wird. Der aus der Reflexion resultierende Puls laserstrahl breitet sich weiter durch die Glasplatte 77 aus, bevor er von dem lichtaussendenden Abschnitt 5A als vorwärtsgerichteter Laserstrahl ausgegeben wird. In dem Fall, in dem ein Wassertropfen oder ein Regentropfen auf die Glasplatte 77 trifft und darauf eine linsenförmige Gestalt annimmt, kann der Laserstrahl während des Hindurchtretens durch die linsenförmige Wasserausbildung auf der Glasplatte 77 gestreut werden.

[0073] Die Motorantriebsschaltung 74 empfängt ein Motorantriebssignal von der CPU 70. Die Motorantriebsschaltung 74 aktiviert den Motor als Antwort auf das Motorantriebssignal, so daß der Motor den Spiegel 73 periodisch und zyklisch im Uhrzeiger- und Gegenuhrzeigersinn in einem vorbestimmten begrenzten Winkelbereich dreht. Die periodische und zyklische Drehung des Spiegels 73 verursacht eine periodische und zyklische Ablenkung des vorwärtsgerichteten Laserstrahls und ermöglicht auf diese Weise, daß ein gegebener Winkelbereich vor dem Bezugsfahrzeug periodisch durch den vorwärtsgerichteten Laserstrahl abgetastet wird. Der gegebene Winkelbereich entspricht einem gegebenen sektorischen Erfassungsgebiet, welches durch den Laserradarsensor 5 überwacht wird.

[0074] Während jeder Abtastperiode (jeder Rahmenperiode) wird die Winkelrichtung des vorwärtsgerichteten La-

serstrahls einheitswinkelweise geändert. Der Einheitswinkel entspricht zum Beispiel 0,15 Grad. Das Erfassungsgebiet (der gegebene Winkelbereich), welcher durch den vorwärtsgerichteten Laserstrahl abgetastet wird, hat einen Winkelbereich von zum Beispiel etwa 16 Grad, welcher sich in der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs, wie von diesem aus gesehen, erstreckt. In diesem Fall entspricht das Erfassungsgebiet 105 Bildpunkten oder Pixeln (105 multipliziert mit 0,15 Grad ergibt etwa 16 Grad), welche einen Rahmen bilden. Die vorwärtsgerichteten Laserstrahlen in den jeweiligen 105 Winkelrichtungen werden fortlaufend von "0" bis "104" numeriert. Der mit "0" numerierte vorwärtsgerichtete Laserstrahl befindet sich in der linksmöglichsten Richtung entsprechend einem Winkel von etwa -7,8 Grad. Der mit "104" numerierte Laserstrahl befindet sich in der rechtsmöglichsten Richtung entsprechend einem Winkel von etwa +7,8 Grad. Diese Zahlen "0" bis "104" werden als Strahlordnungszahlen bezeichnet. Die 105 Bildpunkte oder Pixel, welche einen Rahmen aufbauen, werden jeweils durch die Strahlordnungszahlen "0" bis "104" identifiziert.

[0075] Der lichtempfangende Abschnitt 5B in dem Laserradarsensor 5 beinhaltet eine Linse 81 und ein lichtempfangendes Element 83. Das lichtempfangende Element 83 beinhaltet zum Beispiel eine Photodiode oder einen Photodetektor. Das lichtempfangende Element 83 ist mit einem Verstärker 85 verbunden. Der Verstärker 85 ist mit einem Vergleichsverstärker 87 verbunden. Der Vergleichsverstärker 87 ist mit einer Zeitmeßschaltung 89 verbunden. Die Zeitmeßschaltung 89 ist mit der CPU 70 verbunden.

[0076] In dem Fall, in dem sich ein Objekt in dem Erfassungsgebiet (dem gegebenen Winkelbereich) befindet, trifft der vorwärtsgerichtete Laserstrahl auf das Objekt, bevor es zumindest teilweise durch dieses reflektiert wird. Ein Anteil des reflektierenden Laserstrahls kehrt zu dem Laserradarsensor 5 als ein Echolaserstrahl zurück. Insbesondere tritt der Echolaserstrahl durch die Linse 81 hindurch, bevor sie in das lichtempfangende Element 83 einfällt. Das lichtempfangende Element 83 wandelt den Echolaserstrahl in ein entsprechendes elektrisches Signal (bezeichnet als ein Echosignal) um. Das lichtempfangende Element 83 gibt das elektrische Signal an den Verstärker 85 aus. Die Vorrichtung 85 verstärkt das Ausgangssignal des lichtempfangenden Elements 83. Der Verstärker 85 gibt das sich aus der Verstärkung ergebende Signal an den Vergleichsverstärker 87 aus. Die Vorrichtung 87 vergleicht das Ausgangssignal des Verstärkers 85 mit einer vorbestimmten Referenzspannung (einer vorbestimmten Schwellenspannung) V_{th} und wandelt dadurch das Ausgangssignal des Verstärkers 85 in ein Binärsignal oder ein Impulssignal um. Der Vergleichsverstärker 87 gibt das Binärsignal (das Impulssignal) an die Zeitmeßschaltung 89 aus.

[0077] Die Zeitmeßschaltung 89 empfängt das Laserdiodenantriebssignal von der CPU 70. Jeder Impuls in dem Laserdiodenantriebssignal entspricht einem Impuls des vorwärtsgerichteten Laserstrahls. Die Zeitmeßschaltung 89 antwortet auf jeden Impuls in dem Laserdiodenantriebssignal. Falls sich ein erfaßtes Objekt in dem Erfassungsgebiet befindet, weist das Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 einen Impuls auf, welcher durch einen Pulsecholaserstrahl hervorgerufen wird, der einem Impuls des vorwärtsgerichteten Laserstrahls entspricht. Die Weite des Impulses in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 wächst mit steigender Intensität des Pulsecholaserstrahls oder mit steigender Intensität des Echosignals. Die Zeitmeßschaltung 89 antwortet auf jeden Impuls in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87. Insbesondere verwendet die Zeitmeßschaltung 89 jeden Impuls in dem Laserdiodenantriebssignal als einen Startimpuls PA. Die Zeitmeßschaltung 89 verwendet den entsprechen-

den Impuls in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 als einen Stopimpuls PB. Die Zeitmeßschaltung 89 mißt die Phasendifferenz zwischen dem Startimpuls PA und dem Stopimpuls PB, das heißt, das Zeitintervall oder die Zeitdifferenz zwischen dem Moment des Auftretens des Startimpulses PA und dem Moment des Auftretens des Stopimpulses PB. Die Zeitmeßschaltung 89 erzeugt ein Digitalsignal, welches für die gemessene Phasendifferenz (das gemessene Zeitintervall oder die gemessene Zeitdifferenz) steht. Die Zeitmeßschaltung 89 gibt das für das Zeitintervall stehende Digitalsignal an die CPU 70 aus. Außerdem mißt die Zeitmeßschaltung 89 die Weite des Stopimpulses PB als einen Hinweis auf die Intensität des betreffenden Pulsecholaserstrahls. Die Zeitmeßschaltung 89 erzeugt ein Digitalsignal, welches für die gemessene Impulsweite (die gemessene Echointensität) steht. Die Zeitmeßschaltung 89 gibt das für die Impulsweite stehende Digitalsignal an die CPU 70 aus. Die CPU 70 erzeugt Meßdaten als Antwort auf das für das Zeitintervall stehende Digitalsignal und das für die Impulsweite stehende Digitalsignal. Die Meßdaten stehen für den Winkel oder die Winkelposition "θ" eines Objekts in dem Erfassungsgebiet, den Abstand "r" von dem Bezugsfahrzeug zu dem Objekt und die Weite des betreffenden Impulses in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 (das heißt, die Intensität des betreffenden Echolaserstrahls oder des betreffenden Echosignals). Die CPU 70 gibt die Meßdaten an die ECU 3 aus.

[0078] Nachdem das Objekt größer ist als die Querschnittsfläche des vorwärtsgerichteten Laserstrahls und durch diesen abgetastet wird, betreffen die einer Winkelrichtung des vorwärtsgerichteten Laserstrahls entsprechenden Meßdaten im allgemeinen ein Teilobjekt oder einen punktförmigen Teil eines Objekts. Objekte, welche von dem Laserradarsensor 5 erfaßt werden, schließen Hindernisse bezüglich des Bezugsfahrzeugs ein.

[0079] Der Verstärker 85 verwendet einen Bipolartransistor. Der Verstärker 85 ist gesättigt, wenn der Pegel eines Eingangssignals in diesen hinein einen bestimmten Wert überschreitet. Fig. 3 zeigt ein Beispiel einer Abweichung in dem Ausgangssignal des Verstärkers 85, welches auftritt, während der Pegel des Ausgangssignals des lichtempfangenden Elements 83 (das heißt, die Intensität des Echolaserstrahls) unter dem bestimmten Wert bleibt. Wie in Fig. 3 gezeigt, ist der Verstärker 85 unter einer solchen Bedingung nicht gesättigt. Fig. 4 zeigt ein Beispiel einer Abweichung in dem Ausgangssignal des Verstärkers 85, welches während eines Zeitintervalls einschließlich eines Abschnitts, in dem der Pegel des Ausgangssignals des lichtempfangenden Elements 83 (das heißt, die Intensität des Echolaserstrahls) über den bestimmten Wert wächst, auftritt. Wie in Fig. 4 gezeigt, ist der Verstärker 85 unter einer solchen Bedingung gesättigt. Insbesondere bleibt der Pegel des Ausgangssignals des Verstärkers 85 weiterhin fest auf einem Sättigungswert V_{sat} bestehen, während der Pegel des Ausgangssignals des lichtempfangenden Elements 83 über dem bestimmten Wert bleibt. Gemäß dem Minoritätsladungsträgerspeichereffekt wird die Hinterflanke eines Impulses in dem Ausgangssignal des lichtempfangenden Elements 83 mit ansteigender Intensität eines Echolaserstrahls verzögert (siehe die doppelpunktiert-gestrichelte Kurve in Fig. 4). Die Weite eines Impulses in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 entspricht dem Zeitintervall, während dessen die Spannung des Ausgangssignals des Verstärkers 85 höher bleibt als die vorbestimmte Referenzspannung V_{th} . Die Weite eines Impulses in dem Ausgangssignal des Vergleichsverstärkers 87 hängt von der Intensität eines Echolaserstrahls oder eines Echosignals ab. Insbesondere ist die Weite eines Impulses näherungsweise proportional dem Logarithmus der Intensität eines

Echolaserstrahls oder eines Echsignals. Demgemäß ist es möglich, die Intensität eines Echolaserstrahls oder eines Echsignals aus der Weite eines Impulses zu schätzen.

[0080] Der Laserstrahl kann durch einen Funkwellenstrahl, einen Millimeterwellenstrahl oder einen Ultraschallstrahl ersetzt werden. Das Abtasten kann durch Steuern des Echostrahlempfangs durch den Laserradarsensor 5 umgesetzt werden.

[0081] Die ECU 3 empfängt die Meßdaten von dem Laserradarsensor 5. Die ECU 3 erkennt Objekte auf der Basis der Meßdaten. Die ECU 3 erfaßt ein vorausfahrendes Fahrzeug bezüglich des Bezugsfahrzeugs auf der Basis des Ergebnisses der Objekterkennung. Außerdem erfaßt die ECU 3 Zustände des vorausfahrenden Fahrzeugs. Die ECU 3 führt eine Fahrzeugabstandsregelung durch. Während der Ausführung der Fahrzeugabstandsregelung erzeugt die ECU 3 geeignete Antriebssignale und gibt diese an die Bremsantriebseinheit 19, die Drosselklappenantriebsvorrichtung 21 und die Kraftfahrzeug-Automatikgetriebebesteuervorrichtung 23 aus, um die Geschwindigkeit des Bezugsfahrzeugs in Übereinstimmung mit den Zuständen des vorausfahrenden Fahrzeugs einzustellen. Gleichzeitig mit der Ausführung der Fahrzeugabstandsregelung führt die ECU 3 einen Alarmfeststellungsprozeß durch, welcher ausgelegt ist, einen Alarm zu erzeugen, falls ein Hindernis entsprechend einem erkannten Objekt in einem ausdrücklich festgelegten Gebiet während eines längeren als eines vorgeschriebenen Zeitintervalls verbleibt. Das Hindernis entspricht zum Beispiel einem vorausfahrenden Fahrzeug, einem stehenden Fahrzeug, einer Leitplanke auf einer Straßenseite oder einem Pfosten auf einer Straßenseite.

[0082] Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7 ist mit einem Rad des Bezugsfahrzeugs verbunden. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7 erfaßt die Rotationsgeschwindigkeit des Fahrzeugrades. Der Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7 gibt ein Signal an die ECU 3 aus, welches für die erfaßte Rotationsgeschwindigkeit des Fahrzeugrades steht.

[0083] Der Lenkungssensor 27 erfaßt den Grad einer Betätigung eines Fahrzeugsteuerrades (nicht gezeigt), das heißt, den Lenkungswinkel in dem Bezugsfahrzeug. Insbesondere erfaßt der Lenkungssensor 27 eine Änderungsgröße des Lenkungswinkels. Der Lenkungssensor 27 gibt ein Signal an die ECU 3 aus, welches für die erfaßte Änderungsgröße des Lenkungswinkels steht. Wenn der Netzschalter 29 in seine An-Stellung bewegt wird, wird eine Variable, welche in der ECU 3 als eine Anzeige eines erfaßten Lenkungswinkels (Radiant) verwendet wird, zu "0" initialisiert. Nach der Bewegung des Netzschalters 29 in seine An-Stellung wird der erfaßte Lenkungswinkel durch Integrieren der durch das Ausgangssignal des Lenkungssensors 27 dargestellten Änderungsgröße des Lenkungswinkels entschieden.

[0084] Der Giergeschwindigkeitssensor 28 erfaßt eine Rate Ω (Radiant/ Sekunde) einer Änderung in dem Rotationswinkel (dem Gierwinkel) der Karosserie des Bezugsfahrzeugs um seine vertikale Achse. Der Giergeschwindigkeitssensor 28 informiert die ECU 3 über die erfaßte Giergeschwindigkeit Ω .

[0085] Wenn der Fahrtregelungsschalter 26 in seine An-Stellung verändert wird, führt die ECU 3 eine Verarbeitung durch, um die Fahrzeugfahrtregelung zu starten. Während der Ausführung der Fahrzeugfahrtregelung kann eine Signalverarbeitung für die Fahrzeugabstandsregelung durch die ECU 3 eingebunden werden. Wenn die ECU 3 feststellt, daß sich das Bezugsfahrzeug zu nah an einem vorausfahrenden Zielfahrzeug befindet, wird der Warntongenerator 13 durch die ECU 3 aktiviert, um einen Warnton zu erzeugen. Die Lautstärke des erzeugten Warntons wird an einen Pegel angeglichen, welcher einstellbar durch die Warntonlautstär-

keineinstellungsvorrichtung 24 festgestellt wird. Die Empfindlichkeit der Erzeugung eines Warntons kann durch die Alarmempfindlichkeitseinstellungsvorrichtung 25 eingestellt werden.

[0086] Der Bremsschalter 9 erfaßt ein Niederdrücken bzw. eine Betätigung eines Bremspedals des Bezugsfahrzeugs. Der Bremsschalter 9 informiert die ECU 3 über die erfaßte Bremspedalbetätigung. Die ECU 3 erzeugt ein Antriebssignal für die Bremsantriebsvorrichtung 19 als Antwort auf eine Information, welche die Information über die erfaßte Bremspedalbetätigung enthält. Die ECU 3 gibt das erzeugte Antriebssignal an die Bremsantriebsvorrichtung 19 aus. Die Bremsantriebsvorrichtung 19 stellt den Bremsdruck als Antwort auf das von der ECU 3 ausgegebene Antriebssignal ein.

[0087] Der Drosselklappenöffnungsgradsensor 11 erfaßt den Öffnungsgrad durch ein Drosselklappenventil in einem Motor zum Antreiben des Bezugsfahrzeugs. Der Drosselklappenöffnungsgradsensor 11 gibt ein Signal an die ECU 3 aus, welches für den erfaßten Drosselklappenöffnungsgrad steht. Die ECU 3 steuert die Drosselklappenantriebsvorrichtung 21 als Antwort auf den erfaßten Drosselklappenöffnungsgrad, wodurch der wahre Öffnungsgrad durch das Drosselklappenventil eingestellt wird und die Leistungsabgabe der Maschine eingestellt wird.

[0088] Die ECU 3 stellt fest, ob der Laserradarsensor 5 normal arbeitet oder nicht, durch Bezugnahme auf das Ausgangssignal von diesem. Wenn die ECU 3 feststellt, daß der Laserradarsensor 5 nicht normal arbeitet, wird der Sensorausfallanzeiger 17 durch die ECU 3 gesteuert, um einen Ausfall anzuzeigen.

[0089] Die ECU 3 wählt ein vorausfahrendes Zielfahrzeug unter möglichen vorausfahrenden Fahrzeugen, welche als Antwort auf das Ausgangssignal des Laserradarsensors 5 erfaßt werden, aus. Die ECU 3 berechnet den Abstand von dem Bezugsfahrzeug zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug. Der Abstandsanzeiger 15 wird durch die ECU 3 gesteuert, um den berechneten Abstand von dem Bezugsfahrzeug zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug anzuzeigen.

[0090] Die Kraftfahrzeug-Automatikgetriebebesteuervorrichtung 23 wählt eine verwendete Schaltstellung eines Kraftfahrzeug-Automatikgetriebes aus und regelt dadurch die Geschwindigkeit des Bezugsfahrzeugs als Antwort auf das Ausgangssignal von der ECU 3.

[0091] Ein Windschutzscheibenwischer des Bezugsfahrzeugs wird aktiviert und deaktiviert, wenn der Windschutzscheibenwischerschalter 30 zwischen einer An-Stellung und einer Aus-Stellung verändert wird. Der Windschutzscheibenwischerschalter 30 gibt ein Signal an die ECU 3 aus, welches dafür steht, ob sich der Windschutzscheibenwischerschalter 30 in seiner An-Stellung oder seiner Ausstellung befindet, das heißt, ob der Windschutzscheibenwischer aktiviert oder deaktiviert ist.

[0092] Fig. 5 zeigt eher den Verarbeitungsablauf der ECU 3 als deren Hardware-Struktur. Unter Bezugnahme auf Fig. 5 empfängt ein Objekterkennungsblock 43 von der CPU 70 in dem Laserradarsensor 5 Meßdaten, welche für einen Abstand "r" und einen Winkel "θ" für jedes erfaßte Objekt (jedes erfaßte Teilobjekt oder jeden erfaßten punktförmigen Objektteil) stehen. Der Objekterkennungsblock 43 transformiert die Abstands- und Winkeldaten in Polarkoordinaten zu Meßdaten in X-Z-Orthogonalkoordinaten, welche so gewählt werden, daß der Ursprung (0, 0) mit dem Zentrum eines durch den Sensor 5 ausgebildeten Laserradars zusammenfällt und die X-Achse und die Z-Achse jeweils mit einer Breitenrichtung und einer Längsvorwärtsrichtung des Bezugsfahrzeugs zusammenfallen. Der Objekterkennungsblock 43 gruppiert erfaßte Teilobjekte (erfaßte punktförmli-

che Objektteile), welche durch die Orthogonalkoordinatenmeßdaten dargestellt werden, in Sätze oder Segmente, welche jeweils erfaßten vollständigen Objekten entsprechen. Das Gruppieren und die Segmente werden weiter unten beschrieben. Teile der sich aus dem Gruppieren ergebenden Segmentdaten, welche jeweilige Segmente anzeigen, sind Objekteinheitsdatenteile (Pro-Objekt-Datenteile). Ein Modell eines vollständigen Objekts, welches durch seine Mittelpunktsdaten, Größendaten, Relativgeschwindigkeitsdaten und Feststehend/Beweglich-Bestimmungsergebnisdaten (Erfassungsartdaten) dargestellt wird, werden im folgenden ein Zielmodell genannt.

[0093] Ein Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsblock 47 berechnet die Geschwindigkeit V des Bezugsfahrzeugs auf der Basis des Ausgangssignals von dem Fahrzeuggeschwindigkeitssensor 7.

[0094] Der Objekterkennungsblock 43 berechnet den Mittelpunkt (X, Z) und die Größe (W, D) jedes erfaßten vollständigen Objekts auf der Basis der sich aus dem Gruppieren ergebenden Segmentdaten. Hier bezeichnet W eine Querausdehnung, und D bezeichnet eine Tiefe. Der Objekterkennungsblock 43 berechnet die Geschwindigkeit (Vx, Vz) des vollständigen Objekts relativ zu dem Bezugsfahrzeug aus einer Abweichung im Zeitbereich in dessen Mittelpunkt (X, Z). Der Objekterkennungsblock 43 wird über die Geschwindigkeit V des Bezugsfahrzeugs durch den Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsblock 47 informiert. Der Objekterkennungsblock 43 bestimmt auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V und der Relativgeschwindigkeit (Vx, Vz), ob jedes erfaßte vollständige Objekt feststehend oder beweglich ist oder nicht. Der Objekterkennungsblock informiert einen Vorausfahrendes-Fahrzeug-Bestimmungsblock 53 über den Mittelpunkt, die Größe, die Relativgeschwindigkeit und die Erfassungsart (das Feststehend/Beweglich-Bestimmungsergebnis) jedes erfaßten vollständigen Objekts.

[0095] Die Meßdaten, die von der CPU 70 in dem Laser- radarsensor 5 in den Objekterkennungsblock 43 eingegeben werden, stehen auch für eine Echointensität (eine Echoimpulsweite) für jedes erfaßte Objekt (jedes erfaßte Teilobjekt oder jeden erfaßten punktförmigen Objektteil). Der Objekterkennungsblock 43 korrigiert oder revidiert die Segmentdaten als Antwort auf die Echointensitäten (die Echoimpulsweiten) durch einen Datenseparationsprozeß zum Entfernen von durch Streuung hervorgerufenen Datenkomponenten oder durch Streuung hervorgerufenen Datenteilen.

[0096] Ein Sensorausfallerfassungsblock 44 empfängt die Ausgangsdaten (die Objekterkennungsergebnisdaten) des Objekterkennungsblocks 43, welche die von diesem berechneten Objektparameter darstellen. Der Sensorausfallerfassungsblock 44 bestimmt, ob die Ausgangsdaten von dem Objekterkennungsblock 43 in einem normalen oder einem unnormalen Bereich liegen. Wenn die Ausgangsdaten von dem Objekterkennungsblock 43 in einem unnormalen Bereich liegen, aktiviert der Sensorausfallerfassungsblock 44 den Sensorausfallanzeiger 17, um einen Ausfall anzuzeigen.

[0097] Ein Lenkungswinkelberechnungsblock 49 berechnet den Lenkungswinkel bezüglich des Bezugsfahrzeugs auf der Basis des Ausgangssignals von dem Lenkungssensor 27. Ein Giergeschwindigkeitsberechnungsblock 51 berechnet die Giergeschwindigkeit des Bezugsfahrzeugs auf der Basis des Ausgangssignals von dem Giergeschwindigkeitssensor 28.

[0098] Ein Kurvenradiusberechnungsblock 57 wird durch den Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsblock 47 über die Fahrzeuggeschwindigkeit V informiert. Der Kurvenradiusberechnungsblock 57 wird durch den Lenkungswinkelberechnungsblock 49 über den berechneten Lenkungswinkel

informiert. Der Kurvenradiusberechnungsblock 57 wird durch den Giergeschwindigkeitsberechnungsblock 51 über die berechnete Giergeschwindigkeit informiert. Auf der Basis der Fahrzeuggeschwindigkeit V, des Lenkungswinkels und der Giergeschwindigkeit berechnet der Kurvenradiusberechnungsblock 57 den Radius R einer Kurve der Straße, entlang welcher das Bezugsfahrzeug fährt. Der Kurvenradiusberechnungsblock 57 informiert den Vorausfahrendes-Fahrzeug-Bestimmungsblock 53 über den berechneten Kurvenradius R.

[0099] Der Vorausfahrendes-Fahrzeug-Bestimmungsblock 53 wählt ein vorausfahrendes Zielfahrzeug unter den erfaßten vollständigen Objekten auf der Basis der Mittelpunkte, Größen, Relativgeschwindigkeiten und Erfassungsarten von diesen und auf der Basis des Kurvenradius R aus. Der Vorausfahrendes-Fahrzeug-Bestimmungsblock 53 erhält Informationen über den Abstand Z zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug und über auch die Relativgeschwindigkeit Vz des vorausfahrenden Zielfahrzeugs. Der Vorausfahrendes-Fahrzeug-Bestimmungsblock 53 gibt die Information über den Abstand Z zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug und die Information über die Relativgeschwindigkeit Vz des vorausfahrenden Zielfahrzeugs in einen Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 ein.

[0100] Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 wird durch den Fahrzeuggeschwindigkeitsberechnungsblock 47 über die Fahrzeuggeschwindigkeit V informiert. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 erfaßt die Einstellzustände des Fahrtregelungsschalters 26 aus dessen Ausgangssignal. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 erfaßt den Zustand des Bremsschalters 9 aus dessen Ausgangssignal. Der Zustand des Bremsschalters 9 steht dafür, ob das Fahrzeugbremspedal niedergedrückt ist oder nicht. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 wird durch den Drosselklappenöffnungsgradsensor 11 über den Öffnungsgrad durch das Motordrosselklappenventil informiert. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 wird durch die Warntonlautstärkeinstellungsvorrichtung 24 über den Alarmlautstärkeinstellungswert informiert. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 wird durch die Alarmempfindlichkeitseinstellungsvorrichtung 25 über den Alarmempfindlichkeitseinstellungswert informiert. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 vollzieht eine Alarmbestimmung und eine Fahrtbestimmung als Antwort auf den Abstand Z zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug, die Relativgeschwindigkeit Vz des vorausfahrenden Zielfahrzeugs, die Fahrzeuggeschwindigkeit V, die Einstellzustände des Fahrtkontrollschalters 26, den Zustand des Bremsschalters 9, den Drosselklappenöffnungsgrad und den Alarmempfindlichkeitseinstellungswert. Während der Warmbestimmung bestimmt der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55, ob ein Alarm erzeugt werden soll oder nicht. Während der Fahrtbestimmung bestimmt der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 die Inhalte der Fahrzeuggeschwindigkeitsregelung. Wenn bestimmt wird, daß ein Alarm erzeugt werden soll, gibt der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 ein Alarm erzeugungssignal an den Warntongenerator 13 aus. In diesem Fall erzeugt der Warntongenerator 13 einen Warnton. Der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsblock 55 stellt den Pegel des Warntons in Übereinstimmung mit der Tonlautstärke, welche durch die Warntonlautstärkeinstellungsvorrichtung 24 vorgegeben ist, ein. In dem Fall, daß die Fahrtbestimmung der Ausführung einer Fahrtregelung entspricht, gibt der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarm-

bestimmungsbereich 55 geeignete Steuersignale an die Kraftfahrzeug-Automatikgetriebesteuervorrichtung 23, die Bremsenantriebsvorrichtung 19 und die Drosselklappenantriebsvorrichtung 21 aus. Während der Ausführung der Alarmsteuerung und der Fahrtregelung gibt der Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsbereich 55 ein Anzeigesignal an den Abstandsanzeiger 15 aus, um den Fahrzeugfahrer über abstandsbezogene Bedingungen zu informieren. Zum Beispiel zeigt die Vorrichtung 15 den Abstand Z zu dem vorausfahrenden Zielfahrzeug an.

[0101] Wie in Fig. 5 gezeigt, wird das Ausgangssignal des Windschutzscheibenwischerschalters 30 in den Objekterkennungsbereich 43 und den Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsbereich 55 eingegeben. Das Ausgangssignal des Windschutzscheibenwischerschalters 30 wird von dem Objekterkennungsbereich 43 und dem Fahrzeugabstandsregelungs- und Alarmbestimmungsbereich 55 verwendet. Die Ausführung des Datenseparationsprozesses durch den Objekterkennungsbereich 43 wird als Antwort auf das Ausgangssignal des Windschutzscheibenwischerschalters 30 selektiv erlaubt und verhindert.

[0102] Wie vorstehend erwähnt, arbeitet die ECU 3 in Übereinstimmung mit einem Programm, welches in ihrem internen ROM oder RAM gespeichert ist. Fig. 6 ist ein Flußdiagramm eines Teils des Programms für die ECU 3, welches die Objekterkennung betrifft. Der Programmteil in Fig. 6 wird mit einer Periode, welche der Periode des durch den Laserradarsensor 5 vollzogenen Abtastens entspricht, wiederholt ausgeführt.

[0103] Wie in Fig. 6 gezeigt, empfängt ein erster Schritt S10 des Programmteils Abstands- und Winkelmeßdaten sowie Echoimpulsweitendaten (Echointensitätsdaten) von dem Laserradarsensor 5 für eine Periode des Abtastens. Anders gesagt, empfängt der Schritt S10 Abstands- und Winkelmeßdaten sowie Echoimpulsweitendaten (Echointensitätsdaten), welche einem Rahmen entsprechen. Die Abtastperiode ist zum Beispiel gleich 100 ms.

[0104] Ein Schritt S20, welcher dem Schritt S10 nachfolgt, löscht Komponenten von Abstands- und Winkeldaten, welche Signalintensitäten (Echointensitäten oder Echoimpulsweiten) kleiner als ein Schwellenwert "A" entsprechen und welche Abständen kürzer als ein effektiver Abstand entsprechen. Der Schwellenwert "A" und der effektive Abstand werden durch einen Schritt S40 (siehe unten) in dem direkt vorhergehenden Ausführungszyklus des Programmteils gesetzt.

[0105] Ein Schritt S30, welcher auf den Schritt S20 folgt, verarbeitet die ungelöschten Abstands- und Winkeldaten. Insbesondere transformiert der Schritt S30 die ungelöschten Abstands- und Winkeldaten in Polarkoordinaten zu Meßdaten in X-Z-Orthogonalkoordinaten. Die Orthogonalkoordinaten-Meßdaten stehen für erfaßte Teilobjekte oder erfaßte punktförmige Objektteile. Der Schritt S30 gruppiert die erfaßten punktförmigen Objektteile (die erfaßten Teilobjekte) in Segmente, welche jeweils erfaßten vollständigen Objekten entsprechen.

[0106] Unter Bezugnahme auf Fig. 7 durchsucht der Schritt S30 die erfaßten punktförmigen Objektteile nach solchen Nahen, welche unter Abständen ΔX von 0,2 m oder weniger in X-Achsenrichtung und Abständen ΔZ von 2 m oder weniger in Z-Achsenrichtung zueinander stehen. Der Schritt S30 kombiniert oder vereinheitlicht die nahen punktförmigen Objektteile in ein Segment (einen Satz), welcher einem erfaßten vollständigen Objekt entspricht. Es kann eine Mehrzahl von Segmenten geben. Der Schritt S30 erzeugt Segmente repräsentierende Daten, welche als Segmentdaten bezeichnet werden. Insbesondere entspricht ein Segmentdatenteil (ein Datenteil, welches ein Segment re-

präsentiert), welcher durch den Schritt S30 erzeugt wird, einem rechtwinkligen Bereich, welcher zwei Seiten parallel zu der X-Achse und zwei Seiten parallel zu der Z-Achse aufweist. Ein Segmentdatenteil enthält einen Informationsteil, welcher den Mittelpunkt des entsprechenden Segments anzeigt, einen Informationsteil, welcher die Größe (W, D) des Segments anzeigt, einen Informationsteil, welcher die dem linksäußersten Rand des Segments entsprechende Strahlordnungszahl anzeigt, und einen Informationsteil, welcher die dem rechtsäußersten Rand des Segments entsprechende Strahlordnungszahl anzeigt.

[0107] Ein Schritt S40, welcher dem Schritt S30 nachfolgt, reguliert den Schwellenwert "A" und den effektiven Abstand für den Schritt S20. Der sich aus der Regulierung ergebende Schwellenwert "A" und der sich aus der Regulierung ergebende effektive Abstand werden von dem Schritt S20 bei dem nächsten Ausführungszyklus des Programmteils verwendet. In dem Fall, in dem Segmente, welche durch die von dem Schritt S30 erzeugten Daten dargestellt werden, ein Segment einschließen, welches eine größere Querausdehnung aufweist als ein vorbestimmter Wert (zum Beispiel 2,6 m), erhöht der Schritt S40 den Schwellenwert "A" für jede Abtastperiode, bis die Querausdehnung des interessierenden Segments unter den vorbestimmten Wert fällt. Der erhöhte Schwellenwert "A" wird von dem Schritt S20 bei dem nächsten Ausführungszyklus des Programmteils verwendet. Vorzugsweise ist der vorbestimmte Wert etwas größer als das Maximum unter den Breiten herkömmlicher Lastkraftwagen. Der vorbestimmte Wert beträgt zum Beispiel 2,5 m. Es wird angenommen, daß ein Segment, welches eine größere Querausdehnung aufweist als der vorbestimmte Wert, durch die Streuung eines Laserstrahls verursacht wird, welche offensichtlich eine Objektbildgröße vergrößert.

[0108] Nachdem Signalintensitäten (Echointensitäten) durch Impulsweiten dargestellt werden, entspricht der durch den Schritt S40 regulierte und von dem Schritt S20 verwendete Schwellenwert "A" einem, der als ein Impulsweitschwellenwert bezeichnet wird. Die Einzelheiten der Regulierung des Schwellenwerts "A" und des effektiven Abstands durch den Schritt S40 sind wie folgt.

[0109] 1. In dem Fall, in dem Segmente, welche durch die von dem Schritt S30 erzeugten Daten dargestellt werden, ein Segment einschließen, welches eine größere Querausdehnung als 2,6 m und eine größere mittlere Impulsweite als der Impulsweitschwellenwert aufweist, erhöht der Schritt S40 den Impulsweitschwellenwert um 1 LSB (entsprechend 6,4 ns). Der Impulsweitschwellenwert ist nur in dem Bereich von 10 bis 20 LSB veränderlich. Außerdem setzt der Schritt S40 den effektiven Abstand gleich dem Abstand zu dem interessierenden Segment zuzüglich 5 m.

[0110] 2. In dem Fall, in dem ein Segment, welches eine größere Querausdehnung als 2,6 m und eine größere mittlere Impulsweite als der Impulsweitschwellenwert aufweist, von Segmenten abgelegen ist, welche durch die von dem Schritt S30 erzeugten Daten dargestellt werden, erniedrigt der Schritt S40 den Impulsweitschwellenwert um 1 LSB. Außerdem setzt der Schritt S40 den effektiven Abstand gleich dem Abstand zu dem interessierenden Segment abzüglich -0,5 m. Die untere Grenze des effektiven Abstands beträgt 35 m.

[0111] 3. In dem Fall, in dem Segmente, welche durch die durch den Schritt S30 erzeugten Daten dargestellt werden, ein Segment einschließen, welches sich bei einem kürzeren Abstand befindet als dem Abstand eines Segments, welches die oben erwähnte Bedingung 1 erfüllt, und in dem das kürzer beabstandete Segment eine kleinere mittlere Impulsweite als der Impulsweitschwellenwert aufweist sowie

eine sich aus einer Geradstraßentransformation ergebende X-Koordinate aufweist, deren Absolutwert kleiner als 1,0 m ist, setzt der Schritt S40 den Impulsweitschwellenwert auf einen vorbestimmten Anfangswert (zum Beispiel 10 LSB). Außerdem setzt der Schritt S40 den effektiven Abstand auf einen vorbestimmten Anfangswert (zum Beispiel 35 m).

[0112] Die oben beschriebene Bedingung 3 hält den Schritt S20 davon ab, einem vorausfahrenden Fahrzeug entsprechende Komponenten der Abstands- und Winkeldaten zu löschen. Die sich aus der Geradstraßentransformation ergebende X-Koordinate wird untenstehend erläutert. Insbesondere transformiert, wie in Fig. 8 gezeigt, der Schritt S40 die Koordinaten (X_0 , Z_0) des Mittelpunkts und die Querausdehnung W_0 jedes vollständigen Objekts (jedes Zielmodells) zu dessen Koordinaten (X , Z) und dessen Querausdehnung W , welche unter der Annahme auftreten, daß sich das Bezugsfahrzeug entlang einer geraden Straße bewegt. Genauer gesagt, transformiert der Schritt S40 die Koordinatenwerte X_0 und Z_0 und die Querausdehnung W_0 in die Koordinatenwerte X und Z und die Querausdehnung W gemäß den nachfolgenden Gleichungen.

$$X = X_0 - (Z_0^2/2R) \quad (1)$$

$$Z = Z_0 \quad (2)$$

$$W = W_0 \quad (3)$$

wobei R den Straßenkurvenradius bezeichnet. Das Vorzeichen des Straßenkurvenradius R ist positiv für eine rechtsgängige Kurve und negativ für eine linksgängige Kurve. Die Gleichungen (1), (2) und (3) werden auf der Näherungsbasis aufgestellt, welche die Annahme verwendet, daß der Absolutwert des Koordinatenwerts X_0 signifikant kleiner ist als Straßenkurvenradius R und der Koordinatenwert Z_0 ($|X_0| \ll |R|$ und $|X_0| \ll |Z_0|$). In dem Fall, in dem der Laserradarsensor 5 signifikant vom Mittelpunkt der Karosserie des Bezugsfahrzeugs entfernt ist, wird das X-Z-Koordinatensystem so korrigiert, daß dessen Ursprung mit dem Fahrzeugmittelpunkt zusammenfällt.

[0113] Die Regulierung des Schwellenwerts "A" und des effektiven Abstands durch den Schritt S40 schafft einen Vorteil wie folgt. Es wird angenommen, daß, wie in Fig. 9 gezeigt, zwei sich nebeneinander vor dem Bezugsfahrzeug befindliche Fahrzeuge in dem Erfassungsgebiet befinden, welches durch den Laserradarsensor 5 abgetastet wird. In diesem Fall variiert, wie in Fig. 10 gezeigt, die Echointensität (die Echoimpulsweite) in Übereinstimmung mit der Strahlordnungszahl. Es gibt vier Maxima in der Echointensität, welche vier Reflektoren von zwei vorausfahrenden Fahrzeugen entsprechen. Es gibt ein Tal in der Echointensität zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum. Falls der Schwellenwert "A" tiefer als das Tal zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum liegt, wie in Fig. 10 gezeigt, werden die zwei vorausfahrenden Fahrzeuge als ein einziges Objekt erkannt, welches eine geringfügig größere Querausdehnung aufweist als die Länge zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum. Die Querausdehnung des erfaßten Objekts ist gleich der Summe der Querausdehnungen der zwei vorausfahrenden Fahrzeuge und dem transversalen Zwischenraum dazwischen. Daher ist die Querausdehnung des erfaßten Objekts größer als 2,6 m. Also ist die oben beschriebene Bedingung 1 erfüllt. Demzufolge wird der Schwellenwert "A" periodisch auf einer schrittweisen Basis erhöht, bis die Querausdehnung eines erkannten Objekts oder die Querausdehnungen von er-

kannten Objekten unter 2,6 m fallen. Während dieses Stadiums, wenn der Schwellenwert "A" größer ist als ein Tal zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum, werden die zwei vorausfahrenden Fahrzeuge als zwei getrennte Objekte erkannt. Wenn der Schwellenwert "A" auf einen geeigneten Wert angehoben wird, wie in Fig. 11 gezeigt, sind die Querausdehnungen zweier erkannter Objekte kleiner als 2,6 m.

[0114] Unter Rückbezug auf Fig. 6 folgt ein Schritt S50 Schritt S40 nach. Der Schritt S50 bezieht sich auf das Ausgangssignal des Windschutzscheibenwischerschalters 30 und bestimmt somit, ob der Schalter in seiner An-Stellung steht oder nicht. Wenn der Windschutzscheibenwischerschalter 30 in seiner An-Stellung steht, fährt das Programm von dem Schritt S50 zu einem Datenseparationsblock (einem Anti-Streuungsblock) S60 fort. Andernfalls springt das Programm von dem Schritt S50 zu einem Schritt S70.

[0115] Der Datenseparationsblock S60 führt eine Signalverarbeitung zur Datenseparation durch, was einer Anti-Streuung entspricht. Der Datenseparationsblock S60 verarbeitet die Segmentdatenstücke, welche durch den Schritt S30 bereitgestellt werden, in sich aus der Verarbeitung ergebende Segmentdatenstücke. Nach dem Datenseparationsblock S60 fährt das Programm zu dem Schritt S70 fort.

[0116] Der Schritt S70 erzeugt Zielmodelle aus den Segmentdatenstücken, welche durch den Schritt S30 oder den Datenseparationsblock S60 bereitgestellt werden. Nach dem Schritt S70 endet der aktuelle Ausführungszyklus des Programms.

[0117] Eine von dem Datenseparationsblock S60 vollzogene Signalverarbeitung stellt sich wie folgt dar. Der Datenseparationsblock S60 teilt als Antwort auf eine Abweichung in der Intensität des Echosignals entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs das 1-Rahmenechosignal in Komponenten, welche durch gestreute vorwärtsgerichtete Laserstrahlen hervorgerufen werden, und Komponenten, welche durch ungestreute vorwärtsgerichtete Laserstrahlen hervorgerufen werden. Im allgemeinen tritt ein gestreuter vorwärtsgerichteter Laserstrahl auf, wenn ein ursprünglicher vorwärtsgerichteter Laserstrahl durch eine linsenähnliche Wasserausbildung auf der Glasplatte 77 in dem Laserradarsensor 5 fällt. Der Datenseparationsblock S60 scheidet die durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten ab und erlaubt nur den nicht mit Streuung verbundenen Signalkomponenten, in der Objekterkennung (der Zielmodellerzeugung) durch den Schritt S70 verwendet zu werden. Das Augenmerk wurde auf die folgenden zwei Merkmale A1 und A2 gelegt.

[0118] A1 Die Intensitäten der nicht mit Streuung verbundenen Signalkomponenten sind um einen Faktor von mehr als 100 (d. h. um zwei Größenordnungen oder mehr) größer als jene durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten.

[0119] A2 Eine Abweichung in den Intensitäten von nicht mit Streuung verbundenen Signalkomponenten entlang der Breitenausdehnung des Bezugsfahrzeugs weist eine steil ansteigende Flanke auf, während jene der durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten eine sanft ansteigende Flanke aufweist.

[0120] Der Datenseparationsblock S60 vollzieht eine Unterscheidung zwischen nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalkomponenten und durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten auf der Basis der oben erwähnten Merkmale A1 und A2. Wie vorstehend erwähnt, hängt die Weite eines Impulses in dem Ausgangssignal des Vergleichers 87 von der Intensität eines Echolaserstrahls (d. h. der Intensität eines Echosignals) ab. Insbesondere ist die Weite eines Impulses ungefähr dem Logarithmus der Inten-

sität eines Echolaserstrahls oder eines Echosignals proportional. Demgemäß ist es möglich, die Intensität eines Echolaserstrahls oder eines Echosignals aus der Weite eines Impulses zu schätzen. Der Datenseparationsblock S60 verwendet die Impulsweite als einen Anhaltspunkt für die Echointensität.

[0121] Unter Bezug auf Fig. 12 bezieht sich der Datenseparationsblock S60 auf die 1-Rahmenmeßdaten und trägt dadurch Werte der Echoimpulsweite als eine Funktion der Strahlordnungszahl auf. In Fig. 12 ist die Ordinate der Echoimpulsweite zugeordnet, während der Abszisse der Strahlordnungszahl zugeordnet ist. Ein Schwellenwert "B" wird gleich dem Maximum unter den Werten der Echoimpulsweite abzüglich eines vorbestimmten Werts gesetzt. Der Schwellenwert "B" ist in Fig. 12 als eine horizontale Linie angedeutet. Die Graphikpunkte in Fig. 12, welche jeweiligen Werten der Echoimpulsweite entsprechen, sind durch eine Linie verbunden (als Verbindungslinie bezeichnet). Der Datenseparationsblock S60 berechnet die Steigung der Verbindungslinie an einem Schnittpunkt mit der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B". Der Datenseparationsblock S60 bestimmt, ob die berechnete Steigung steiler ist als eine vorbestimmte Referenzsteigung oder nicht. In dem Fall, in dem die berechnete Steigung steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung, entscheidet der Datenseparationsblock S60, daß Anteile der Meßdaten, welche auf größere Impulsweiten als den Schwellenwert "B" hinweisen, nicht mit Streuung zusammenhängende Signalkomponenten sind und Anteile der Meßdaten, welche auf Echoimpulsweiten gleich oder kleiner als der Schwellenwert "B" hinweisen, durch Streuung hervorgerufene Signalkomponenten sind. In dem Fall, in dem die berechnete Steigung nicht steiler als die vorbestimmte Referenzsteigung ist, entscheidet der Datenseparationsblock S60 grundsätzlich, daß alle Meßdaten durch Streuung hervorgerufene Signalkomponenten sind.

[0122] Fig. 13 zeigt die Einzelheiten des Datenseparationsblocks S60. Wie in Fig. 13 gezeigt, schließt der Datenseparationsblock S60 einen Schritt S601 ein, welcher dem Schritt S50 (siehe Fig. 6) nachfolgt. Aufeinanderfolgende Identifikationsnummern werden beginnend mit "0" jeweiligen Segmenten zugeordnet. Eine Variable "i" bezeichnet die Segmentidentifikationsnummern. Ein Segment, welches eine Identifikationsnummer "i" aufweist, wird auch als ein Segment "i" bezeichnet. Der Schritt S601 setzt die Segmentidentifikationsnummer "i" auf "0". Nach dem Schritt S601 schreitet das Programm zu einem Schritt S603 fort.

[0123] Der Schritt S603 bestimmt, ob ein Segment "i" vorliegt oder nicht. Wenn das Segment "i" vorliegt, schreitet das Programm von dem Schritt S603 zu einem Schritt S604 fort. Andererseits, wenn das Segment "i" nicht vorliegt, schreitet das Programm von dem Schritt S603 zu dem Schritt S70 (siehe Fig. 6) fort.

[0124] Der Schritt S604 bestimmt, ob das Segment "i" die folgenden Bedingungen B1 und B2 erfüllt oder nicht.

[0125] B1 Die Querausdehnung W des Segments "i" ist gleich oder größer als 2,5 m, und das Segment "i" hat seinen Ursprung in Echostrahlen aus 15 oder mehr unterschiedlichen Winkelrichtungen.

[0126] B2 Die Strahlordnungszahl, welche dem linken Rand des Segments "i" entspricht, ist kleiner als "10", oder die Strahlordnungszahl, welche dem rechten Rand des Segments "i" entspricht, ist gleich oder größer als "95".

[0127] Die oben aufgeführten Bedingungen B1 bedeuten, daß das Segment "i" relativ groß bezüglich der Querdimension ist. Die oben aufgeführten Bedingungen B2 bedeuten, daß ein Anteil des Segments "i" an einem linken oder rechten Randbereich des Erfassungsgebiets liegt. Der linke Randbereich entspricht einem Winkel von 1,5 Grad von

dem linken Rand des Erfassungsgebiets. Der rechte Randbereich entspricht einem Winkel von 1,5 Grad von dem rechten Rand des Erfassungsgebiets.

[0128] Wenn das Segment "i" die oben aufgeführten Bedingungen B1 und B2 erfüllt, schreitet das Programm von dem Schritt S604 zu einem Schritt S605 fort. Andernfalls springt das Programm von dem Schritt S604 zu einem Schritt S613.

[0129] Der Schritt S605 ermittelt die Echoimpulsweiten, welche durch einen Datenanteil dargestellt werden, welcher dem Bereich zwischen dem Strahl an dem linken Rand des Segments "i" und dem Strahl an dem rechten Rand des Segments "i" entspricht, und sucht die ermittelten Echoimpulsweiten für eine Spitze oder ein Maximum (siehe Fig. 14).

[0130] Ein Schritt S607, welcher auf den Schritt S605 folgt, setzt den Schwellenwert "B" gleich der Spitzenechoimpulsweite abzüglich 64 ns. Ein Zeitintervall von 64 ns entspricht 10 LSB, nachdem 1 LSB äquivalent zu 6,4 ns ist.

[0131] Das Setzen des Schwellenwerts "B" basiert auf der Tatsache, daß Echoimpulsweiten von nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalkomponenten gleich oder um weniger als etwa 64 ns kleiner als die Spitzenechoimpulsweite sind. Der Schritt S607 definiert 83,2 ns (entsprechend 13 LSB) als untere Grenze des Schwellenwerts "B".

[0132] Ein Schritt S609, welcher dem Schritt S607 nachfolgt, bildet die Verbindungslinie durch Verbinden der Graphikpunkte (siehe Fig. 12 und 14), welche jeweiligen Echoimpulsweiten entsprechen, aus. Der Schritt S609 bildet die horizontale Linie des Schwellenwerts "B" (siehe Fig. 12 und 14) aus. Der Schritt S609 bestimmt, ob es Schnittpunkte zwischen der Verbindungslinie und der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B" auf zwei Seiten des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite gibt. Wenn es Schnittpunkte gibt, fährt das Programm von dem Schritt S609 zu einem Schritt S611 fort. Andernfalls fährt das Programm von dem Schritt S609 zu einem Schritt S615 fort.

[0133] Der Schritt S611 verarbeitet die dem Segment "i" entsprechenden Segmentdaten. Insbesondere verwirft der Schritt S611 Anteile der Segmentdaten, welche Echoimpulsweiten gleich oder kleiner als der Schwellenwert "B" anzeigen. Andererseits beläßt der Schritt S611 Anteile der Segmentdaten, welche Echoimpulsdaten größer als der Schwellenwert "B" anzeigen. Fig. 15 zeigt den Fall, in dem es nur zwei Schnittpunkte QL und QR jeweils auf den linken und rechten Seiten des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite gibt. In diesem Fall beläßt der Schritt S611 Anteile der Segmentdaten, welche dem Bereich zwischen den Schnittpunkten QL und QR entsprechen. Der Schritt S611 verwirft andere Anteile der Segmentdaten. Somit aktualisiert der Schritt S611 die Segmentdaten. Fig. 16 zeigt den Fall, in dem es eine Mehrzahl von Schnittpunkten auf jeder der linken und rechten Seiten des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite gibt. In diesem Fall wird der Linksäußerste QLM aus den Schnittpunkten auf der linken Seite des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite ausgewählt. Ebenso wird der Rechtsäußerste QRM aus den Schnittpunkten auf der rechten Seite des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite ausgewählt. Der Schritt S611 beläßt Abschnitte der Segmentdaten, welche dem Bereich zwischen den Schnittpunkten QLM und QRM entsprechen. Der Schritt S611 verwirft andere Anteile der Segmentdaten. Somit aktualisiert der Schritt S611 die Segmentdaten, welche dem Segment "i" entsprechen. Nach dem Schritt S611 schreitet das Programm zu dem Schritt S613 fort.

[0134] Der Schritt S611 vollzieht eine Unterscheidung zwischen nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalkomponenten und durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten auf der Basis des vorstehend erwähnten

Merkmals A1. Der Schritt S611 beläßt die nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalkomponenten und verwirft die durch Streuung hervorgerufenen Signalkomponenten. [0135] Der Schritt S615 entscheidet, ob es einen Schnittpunkt zwischen der Verbindungslinie und der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B" nur auf einer Seite des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite gibt. Wenn es einen Schnittpunkt gibt, schreitet das Programm von dem Schritt S615 zu einem Schritt S617 fort. Anderenfalls schreitet das Programm von dem Schritt S615 zu einem Schritt S621 fort. [0136] Der Schritt S617 berechnet die Steigung der Verbindungslinie an dem Schnittpunkt mit der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B". Der Schritt S617 bestimmt, ob die berechnete Steigung steiler ist als eine vorbestimmte Referenzsteigung oder nicht. Wenn die berechnete Steigung steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung, wie in Fig. 17 gezeigt, schreitet das Programm von dem Schritt S617 zu dem Schritt S611 fort. In diesem Fall verwirft der Schritt S611 Anteile der Segmentdaten, welche Echoimpulsweiten gleich oder kleiner als der Schwellenwert "B" anzeigen, und beläßt Anteile der Segmentdaten, welche Echoimpulsweiten größer als der Schwellenwert "B" anzeigen. Somit aktualisiert der Schritt S611 die Segmentdaten. Andererseits schreitet das Programm von dem Schritt S617 zu einem Schritt S619 fort, wenn die berechnete Steigung nicht steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung, wie in Fig. 18 und 19 gezeigt. [0137] Der Schritt S617 vollzieht die Steigungsberechnung wie folgt. Unter Bezugnahme auf Fig. 20 wählt der Schritt S617 unter all den Graphikpunkten der Echoimpulsweiten drei aufeinanderfolgende Graphikpunkte auf der linken Seite des Schnittpunkts und drei aufeinanderfolgende Graphikpunkte auf der rechten Seite des Schnittpunkts aus. Der Schritt S617 darf auch nur einen oder zwei aufeinanderfolgende Graphikpunkte jeweils auf der linken oder rechten Seite des Schnittpunkts auswählen, wenn ein vollständiger Satz von drei aufeinanderfolgenden Graphikpunkten nicht zur Verfügung steht. Wie in Fig. 20 gezeigt, berechnet der Schritt S617 eine gerade Linie, welche dem Satz von ausgewählten höchstens sechs Graphikpunkten gemäß einer Methode der kleinsten Quadrate angenähert ist. Der Schritt S617 berechnet die Steigung der geraden Linie als einen Hinweis auf die Steigung der Verbindungslinie an dem Schnittpunkt. [0138] Die vorbestimmte Referenzsteigung, welche in dem Schritt S617 verwendet wird, entspricht 12,8 ns für jeden Strahl. Die Gesamtzahl der Echostrahlen, welche den ausgewählten Graphikpunkten entsprechen, wird durch Bezug auf die Strahlordnungszahlen berechnet. Die Differenz zwischen dem Maximum und dem Minimum unter den miteinander in Zusammenhang stehenden Echoimpulsweiten wird durch die berechnete Gesamtzahl der Echostrahlen geteilt. Das Ergebnis dieser Division ist eine Steigung, die gleich einem Wechsel in der Echoimpulsweite je Strahl ist. [0139] Wenn es zwei oder mehr Schnittpunkte auf nur einer Seite des Graphikpunkts der Spitzenechoimpulsweite gibt, wählt der Schritt S617 einen der Schnittpunkte, welcher am weitesten von dem Graphikpunkt der Spitzenechoimpulsweite entfernt ist. Der Schritt S617 vollzieht die oben ausgeführte Verarbeitung nur für den ausgewählten Schnittpunkt. [0140] Der Schritt S619 bestimmt, ob die Strahlordnungszahl, welche der Spitzenechoimpulsweite entspricht, in einem vorbestimmten Bereich liegt, welcher für einen Abschnitt des Erfassungsgebiets steht, der genügend weit von dessen Grenzen (Rändern) entfernt ist. Die untere Grenze des vorbestimmten Bereichs ist gleich einer Strahlordnungszahl von "20". Die obere Grenze des vorbestimmten Be-

reichs ist kleiner als eine Strahlordnungszahl von "85". In anderen Worten, der vorbestimmte Bereich "PR" genügt " $20 \leq PR < 85$ ". Wenn die der Spitzenechoimpulsweite entsprechende Strahlordnungszahl in dem vorbestimmten Bereich liegt, das heißt, wenn der Graphikpunkt der Spitzenechoimpulsweite genügend weit von den Grenzen des Erfassungsgebiets entfernt ist, schreitet das Programm von dem Schritt S619 zu dem Schritt S613 fort. In diesem Fall verbleiben alle dem Segment "i" entsprechenden Segmentdaten, wie sie sind. [0141] Wenn es für den Schritt S617 schwierig ist, die Steigung der Verbindungslinie bei dem Schnittpunkt mit der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B" zu berechnen, schreitet das Programm von dem Schritt S619 zu dem Schritt S613 über den Schritt S619 fort. In diesem Fall verbleiben alle dem Segment "i" entsprechenden Segmentdaten, wie sie sind. Man beachte, daß der Schritt S617 die Steigung nicht berechnen kann, wenn nur ein Graphikpunkt auswählbar ist. [0142] In dem Fall, in dem nur eine Seite des Graphikpunkts einen Schnittpunkt zwischen der Verbindungslinie und der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B" aufweist, ist es unklar, welchem eines nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalanteils und eines durch Streuung verursachten Signalanteils die Spitzenechoimpulsweite entspricht. Um eine Unterscheidung zwischen einem nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalanteil und einem durch Streuung verursachten Signalanteil bereitzustellen, wird die Steigung der Verbindungslinie an dem Schnittpunkt mit der horizontalen Linie des Schwellenwerts "B" berechnet und verwendet. Wenn die berechnete Steigung steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung (siehe den Schritt S617), wird festgestellt, daß es einen nicht mit Streuung zusammenhängenden Signalanteil gibt. Wenn andererseits die berechnete Steigung nicht steiler als die vorbestimmte Referenzsteigung ist, wird festgestellt, daß es einen durch Streuung verursachten Signalanteil gibt. Ein durch Streuung verursachter Signalanteil oder -anteile werden verworfen, während ein nicht mit Streuung zusammenhängender Signalanteil oder -anteile belassen werden. [0143] Die Bedingungen, daß die berechnete Steigung nicht steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung, werden auch auf den Fall angewendet, in dem eine leichte Abweichung in der Echointensität in einem zentralen Abschnitt des Erfassungsgebiets vorliegt. Zum Beispiel liegt nur eine leichte Abweichung in der Echointensität vor, wenn ein vorausfahrendes Fahrzeug sehr nahe an dem Bezugsfahrzeug ist und das Erfassungsgebiet vollständig von einem reflektorfreien Anteil der Karosserie des vorausfahrenden Fahrzeugs ausgefüllt ist. [0144] In dem Fall, in dem der Schritt S617 entscheidet, daß die berechnete Steigung nicht steiler ist als die vorbestimmte Referenzsteigung, und der Schritt S619 entscheidet, daß der Graphikpunkt des Spitzenechoimpulses nahe an den Grenzen des Erfassungsgebiets liegt, schreitet das Programm zu dem Schritt S625 fort. Der Schritt S625 löscht die Segmentdaten, welche dem Segment "i" entsprechen. Nach dem Schritt S625 schreitet das Programm zu dem Schritt S613 fort. [0145] Reflexion eines gestreuten vorwärtsgerichteten Laserstrahls an einem Objekt außerhalb des Erfassungsgebiets kann die nachfolgende Fehlerfassung hervorrufen. Ein vorausfahrendes Fahrzeug auf einer Fahrspur neben der Fahr-

spur, auf welcher sich das Bezugsfahrzeug bewegt, wird fälschlicherweise als ein vorausfahrendes Fahrzeug auf derselben Fahrspur wie der Fahrspur des Bezugsfahrzeugs erkannt. Die Kombination der Schritte S617 und S619 erfaßt solche Bedingungen. Der Schritt S625 löscht die Segmentdaten, welche solchen Bedingungen entsprechen. Demgemäß wird die oben genannte Fehlerkennung verhindert.

[0146] Der Schritt S621 bestimmt, ob alle Echoimpulsweiten kleiner oder größer als der Schwellenwert "B" sind. Wenn alle Echoimpulsweiten größer sind als der Schwellenwert "B", wie in Fig. 21 gezeigt, springt das Programm von dem Schritt S621 zu dem Schritt S613. In diesem Fall bleiben alle Segmentdaten, welche dem Segment "i" entsprechen, wie sie sind. Andererseits schreitet das Programm von dem Schritt S621 zu einem Schritt S623 fort, wenn alle Echoimpulsweiten kleiner sind als der Schwellenwert "B", wie in Fig. 22 und 23 gezeigt.

[0147] Der Schritt S623 ist ähnlich dem Schritt S619. Der Schritt S623 bestimmt, ob die Strahlordnungszahl, welche der Spitzenechoimpulsweite entspricht, in einem vorbestimmten, den Anteil des Erfassungsgebiets, welcher genügend weit von dessen Grenzen (Rändern) entfernt ist, darstellenden Bereich liegt. Wie vorstehend erwähnt, ist die untere Grenze des vorbestimmten Bereichs gleich einer Strahlordnungszahl von "20". Die obere Grenze des vorbestimmten Bereichs ist kleiner als eine Strahlordnungszahl von "85". In anderen Worten, der vorbestimmte Bereich "PR" genügt $20 \leq PR < 85$. Wenn die Strahlordnungszahl, welche der Spitzenechoimpulsweite entspricht, in dem vorbestimmten Bereich liegt, das heißt, wenn der Graphikpunkt der Spitzenechoimpulsweite genügend weit von den Grenzen des Erfassungsgebiets entfernt ist, schreitet das Programm von dem S623 zu dem Schritt S613 fort. In diesem Fall verbleiben alle Segmentdaten, welche dem Segment "i" entsprechen, wie sie sind. Andererseits schreitet das Programm von dem S619 zu dem Schritt S625 fort, wenn die Strahlordnungszahl, welche der Spitzenechoimpulsweite entspricht, nicht in dem vorbestimmten Bereich liegt, das heißt, wenn der Graphikpunkt der Spitzenechoimpulsweite nahe den Rändern des Erfassungsgebiets liegt. In diesem Fall löscht der Schritt S625 die Segmentdaten, welche dem Segment "i" entsprechen. Nach dem Schritt S625 schreitet das Programm zu dem Schritt S613 fort.

[0148] Die Kombination der Schritte S621, S623 und S625 verhindert eine Fehlerkennung, welche durch Reflexion eines gestreuten vorwärtsgerichteten Laserstrahls an einem Objekt außerhalb des Erfassungsgebiets hervorgerufen wird.

[0149] Der Schritt S613 erhöht die Segmentidentifikationsnummer "i" um "1". Nach dem Schritt S613 kehrt das Programm zu dem Schritt S603 zurück. Demgemäß wird die Signalverarbeitung über alle die Segmente ausgeführt.

[0150] Der Laserradarsensor 5 entspricht einer Radareinrichtung. Der Objekterkennungsblock 43, welcher durch die ECU 3 bereitgestellt wird, entspricht einer Erkennungseinrichtung. Die Schritte und der Block in Fig. 6 entsprechen der Funktion der Erkennungseinrichtung. Der Schritt S50 in Fig. 6 entspricht der Funktion von Bedingungsschätzrichtungen.

[0151] Die Fahrzeugregelungsvorrichtung hat Vorteile wie unten ausgeführt. Bezüglich Meßdaten, welche durch den Laserradarsensor 5 erfaßte Objekte darstellen, ist es möglich, eine geeignete Unterscheidung zwischen durch Streuung verursachten Signalkomponenten und nicht mit Streuung verbundenen Signalkomponenten bereitzustellen. Somit ist es möglich, eine Verschlechterung der Genauigkeit der Objekterkennung durch den Unterschied zwischen der wahren Form des Querschnitts des vorwärtsgerichteten La-

serstrahls und dessen theoretischer Form, welche in der Objekterkennung verwendet wird, zu verhindern.

[0152] Wie in Fig. 6 gezeigt, wird der Datenseparationsblock S60 nur dann ausgeführt, wenn der Schritt S50 bestimmt, daß der Windschutzscheibenwischerschalter 30 in seiner An-Stellung steht. Somit kann verhindert werden, daß eine unnötige Anti-Streuungsverarbeitung ausgeführt wird. Außerdem kann verhindert werden, daß notwendige Signale zur genauen Objekterkennung durch die unnötige Anti-Streuungsverarbeitung gelöscht werden.

[0153] Der Schritt S40 aktualisiert den Schwellenwert "A" als Antwort auf die Größe eines erkannten Objekts. Der Schritt S20 in Fig. 6 vollzieht die Löschung von Komponenten aus den Meßdaten als Antwort auf den sich aus dem Aktualisieren ergebenden Schwellenwert "A". Somit kann die Objekterkennung automatisch den vorliegenden Bedingungen, wie unten erwähnt, folgen. Wenn der Schwellenwert "A" kleiner ist als das Tal zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum, wie in Fig. 10 gezeigt, werden zwei vorausfahrende Fahrzeuge als ein einziges Objekt erkannt, welches eine Querausdehnung größer als 2,6 m aufweist. Daraufhin wird der Schwellenwert "A" periodisch auf einer schrittweisen Basis erhöht, bis die Querausdehnung eines erkannten Objekts oder die Querausdehnung von erkannten Objekten unter 2,6 m fällt. Während dieser Phase werden zwei vorausfahrende Fahrzeuge als zwei separate Objekte erkannt, wenn der Schwellenwert "A" größer als das Tal zwischen dem zweiten linksäußersten Maximum und dem zweiten rechtsäußersten Maximum ist. Wenn der Schwellenwert "A" auf einen geeigneten Wert erhöht wird, wie in Fig. 11 gezeigt, sind die Querausdehnungen der zwei erkannten Objekte kleiner als 2,6 m. Vorausgesetzt, daß der Datenseparationsblock S60 ebenfalls ausgeführt wird, kann ein Fahrzeug, welches eine Breite von 2 m aufweist, als ein Objekt erkannt werden, welches eine Breite von 2 m aufweist. Auch während der Phase, bis der Schritt S40 den Schwellenwert "A" auf einen geeigneten Wert reguliert, kann eine Objektbreite durch den Datenseparationsblock S60 erkannt und erfaßt werden.

Zweite Ausführungsform

[0154] Eine zweite Ausführungsform dieser Erfindung ist deren erster Ausführungsform ähnlich, mit Ausnahme von Auslegungsänderungen, welche nachstehend erwähnt werden. Die zweite Ausführungsform dieser Erfindung vollzieht eine Datenseparation, welche ausgelegt ist, um die Differenz zwischen der wahren Form des Querschnitts eines vorwärtsgerichteten Laserstrahls und dessen theoretischer Form, welche in der Objekterkennung verwendet wird, zu kompensieren. Selbst wenn keine Streuung vorliegt, gibt es überflüssiges Licht in einer Randzone des vorwärtsgerichteten Laserstrahls. Im Fall eines Millimeterwellenstrahls ist die Randzone des Strahls relativ groß. Die Wellenintensität einer Randzone eines Strahls ist geringer als die einer inneren Zone des Strahls. Die Datenseparation, welche durch die zweite Ausführungsform dieser Erfindung vollzogen wird, ist wie folgt. Um eine Unterscheidung zwischen zu einer Randzone eines Strahls gehörigen Echsignalkomponenten und zu einer inneren Zone des Strahls gehörigen Signalkomponenten bereitstellen zu können, wird ein Echsignal als Antwort auf eine Referenzintensität (eine Schwellenintensität) verarbeitet. Insbesondere werden Echsignalkomponenten, welche Intensitäten gleich oder höher als eine Referenzintensität aufweisen, ausgewählt und als effektive Signalkomponenten zur Objekterkennung verwendet. Andererseits werden Echsignalkomponenten verworfen, welche

Intensitäten niedriger als die Referenzintensität aufweisen. Zum Beispiel ist die Referenzintensität gleich einem vorbestimmten Prozentsatz einer Spitzenintensität (einer maximalen Intensität). Die oben erwähnte Datenseparation wird durch einen Programmblock S150, der später dargestellt wird, ausgeführt.

[0155] Fig. 24 ist ein Flußdiagramm eines Teils eines Programms für eine ECU 3 (siehe Fig. 1), welcher sich auf eine Objekterkennung in der zweiten Ausführungsform dieser Erfindung bezieht. Der Programmteil in Fig. 24 wird mit einer Periode, welche der Periode des durch den Laserradarsensor 5 (siehe Fig. 1) vollzogenen Abtastens entspricht, wiederholt ausgeführt.

[0156] Unter Bezugnahme auf Fig. 24 ist ein erster Schritt S110 des Programmteils ähnlich dem Schritt S10 in Fig. 6. Ein Schritt S120, welcher dem Schritt S110 nachfolgt, ist dem Schritt S20 in Fig. 6 ähnlich. Ein Schritt S130, welcher auf den Schritt S120 folgt, ist dem Schritt S30 in Fig. 6 ähnlich. Ein Schritt S140, welcher dem Schritt S130 nachfolgt, ist dem Schritt S40 in Fig. 6 ähnlich.

[0157] Nach dem Schritt S140 fährt das Programm direkt mit einem Datenseparationsblock S150 fort. Der Datenseparationsblock S150 entspricht dem Datenseparationsblock S60 in Fig. 6. Der Datenseparationsblock S150 führt die vorstehend erwähnte Datenseparation in der zweiten Ausführungsform dieser Erfindung aus. Nach dem Datenseparationsblock S150 schreitet das Programm zu einem Schritt S160 fort. Der Schritt S160 ist dem Schritt S70 in Fig. 6 ähnlich. Nach dem Schritt S160 endet der aktuelle Ausführungszyklus des Programmteils.

Dritte Ausführungsform

[0158] Eine dritte Ausführungsform dieser Erfindung ist deren erster Ausführungsform ähnlich, ausgenommen, daß ein Sensor zum Erkennen eines Regentropfens des Windschutzscheibenwischerschalter 30 (siehe Fig. 1) ersetzt. Im allgemeinen wird der Regentropfensensor an der Karosserie eines Fahrzeugs befestigt. In der dritten Ausführungsform dieser Erfindung bestimmt der Schritt S50 (siehe Fig. 6), ob das Ausgangssignal des Regentropfensensors das Vorhandensein oder das Nichtvorhandensein eines Regentropfens anzeigt. Wenn das Ausgangssignal des Regentropfensensors das Vorhandensein eines Regentropfens anzeigt, schreitet das Programm von dem Schritt S50 zu dem Datenseparationsblock S60 (siehe Fig. 6) fort. Andererseits springt das Programm von dem Schritt S50 zu dem Schritt S70 (siehe Fig. 6), wenn das Ausgangssignal des Regentropfensensors das Nichtvorhandensein eines Regentropfens anzeigt.

Patentansprüche

1. Verfahren des Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und des Erkennens von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:
Umwandeln der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal;
Erfassen einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht;
Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensitätsabweichung, wobei der erste Signalanteil einem gestreuten Anteil der Sendewelle entspricht und der zweite Signalanteil einem ungestreuten Anteil der Sendewelle entspricht; und
Erkennen von Objekten auf der Basis des zweiten Signalanteils.

2. Objekterkennungsvorrichtung mit:
einer Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, in ein empfangenes Signal, und zum Erkennen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und
einer Erkennungseinrichtung zum Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Erkennungsergebnissen durch die Radareinrichtung;

wobei die Erkennungseinrichtung

- 1) Mittel zum Erfassen einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht;
- 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensitätsabweichung, wobei der erste Signalanteil einem gestreuten Anteil der Sendewelle entspricht und der zweite Signalanteil einem ungestreuten Anteil der Sendewelle entspricht; und
- 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des zweiten Signalanteils aufweist.

3. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Erfassen der Intensität des empfangenen Signals und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Signalintensität aufweist.

4. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts, welcher gleich einem Maximalwert der empfangenen Signalintensität abzüglich eines vorbestimmten Werts ist, Mittel zum Bestimmen, ob die erfaßte Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht, und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis der Bestimmung, ob die erfaßte Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht, aufweist.

5. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer Rate der erkannten Signalintensitätsabweichung und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf die berechnete Intensitätsabweichungsrate aufweist.

6. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der berechneten Intensitätsabweichungsrate, welche einer vorbestimmten Steilheit entspricht, Mittel zum Bestimmen, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht, und Mittel zum Ausführen des Trennens des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis des Bestimmens, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als der

Schwellenwert ist oder nicht, aufweist.

7. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden Zustand entspricht, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb des vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, aufweist.

8. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden, in einer vorgeschriebenen Fahrzeugbreitenrichtungsposition auftretenden Zustand entspricht, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, aufweist.

9. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer geraden, der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung mit einer Methode der kleinsten Quadrate angenäherten Linie, Mittel zum Berechnen einer Steigung der geraden Linie und Mittel zum Berechnen der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung von der berechneten Steigung der geraden Linie aufweist.

10. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der Intensität des empfangenen Signals, Mittel zum Verwenden des Schwellenwerts in der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil und Mittel zum Ändern des Schwellenwerts auf der Basis einer Größe eines erkannten Objekts aufweist.

11. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Fortsetzen des Wechsels des Schwellenwerts, bis eine Länge des erkannten Objekts in der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt, aufweist.

12. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das empfangene Signal einen Impuls enthält, und eine Zeitdifferenz zwischen einer Vorderflanke und einer Hinterflanke des Impulses mit steigender Intensität des empfangenen Signals wächst, und die Erkennungseinrichtung Mittel zum Schätzen der Intensität des empfangenen Signals auf der Basis der Zeitdifferenz zwischen der Vorderflanke und der Hinterflanke des Impulses aufweist.

13. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung eine Bedingungsschätzeinrichtung zum Schätzen, ob eine Streubedingung, daß die Sendewelle gestreut werden kann, eintritt oder nicht, Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil, nur wenn die Bedingungsschätzeinrichtung schätzt, daß die Streubedingung eintritt, aufweist.

14. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Streubedingung eine Bedingung aufweist, daß ein Wassertropfen mit einem Bauelement der Radareinrichtung zusammentreffen kann, durch welche die Sendewelle fällt.

15. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Bedingungsschätzeinrichtung Mittel zum Schätzen, ob die Streubedingung eintritt oder nicht, auf der Basis dessen, ob ein

Windschutzscheibenwischer des Bezugsfahrzeugs aktiv ist oder nicht, aufweist.

16. Aufzeichnungsmedium, welches ein Programm zum Steuern eines Computers speichert, welcher als die Erkennungseinrichtung in der Objekterkennungsvorrichtung in Anspruch 2 arbeitet.

17. Verfahren des Anwendens einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und des Erkennens von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von reflektierten Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Umwandeln der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal;

wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, wenn sich der Anteil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, erniedrigt wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder höher als eine vorgeschriebene Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist;

Erfassen einer Rate einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht;

Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Intensitätsabweichungsrate, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welcher eine Intensität gleich oder höher als die vorgeschriebene Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; und Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils.

18. Verfahren des Anwendens einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs und des Erkennens von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von reflektierten Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Umwandeln der reflektierten Wellen in ein empfangenes Signal;

wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, wenn sich der Anteil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, erniedrigt wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher gleich oder größer ist als eine vorgeschriebene Intensität, zur Objekterkennung wirksam ist;

Setzen eines Schwellenwerts bezüglich einer Intensität des empfangenen Signals;

Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis des Schwellenwertes, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welcher die Intensität gleich oder größer als die vorgeschriebene Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht;

Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils; und

Ändern des Schwellenwerts, bis eine Länge eines erkannten Objekts in der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt.

19. Objekterkennungsvorrichtung mit:
 einer Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, in ein empfangenes Signal, und zum Erfassen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und
 einer Erkennungseinrichtung zum Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Ergebnissen der Erfassung durch die Radareinrichtung aufweist;
 wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, wenn sich der Teil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, verringert wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder größer als eine vorgeschriebene Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist;
 wobei die Erkennungseinrichtung

- 1) Mittel zum Erfassen einer Rate einer Abweichung in einer Intensität des empfangenen Signals entlang einer Richtung, welche der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs entspricht;
- 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis der erfaßten Intensitätsabweichungsrate, wobei der erste Signalanteil einem Anteil der Sendewelle entspricht, dessen Intensität gleich oder größer als die vorgeschriebene Intensität ist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht; sowie
- 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils aufweist.

20. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich der berechneten Intensitätsabweichungsrate, welche mit einer vorbestimmten Steilheit übereinstimmt, Mittel zum Bestimmen, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als ein Schwellenwert ist oder nicht, und Mittel zum Ausführen der Trennung des empfangenen Signals in den ersten Signalanteil und den zweiten Signalanteil als Antwort auf ein Ergebnis der Bestimmung, ob die Intensität des empfangenen Signals kleiner als der Schwellenwert ist oder nicht, aufweist.

21. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, daß sich ein entsprechendes erkanntes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate mit einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden Zustand übereinstimmt, aufweist.

22. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Entscheiden, daß sich ein entsprechendes erfaßtes Objekt außerhalb eines vorbestimmten Erfassungsbereichs befindet, wenn die berechnete Intensitätsabweichungsrate mit einem vorbestimmten flachen und monoton wechselnden, in einer vorgeschriebenen Fahrzeugbreitenrichtungsposition auftretenden Zustand übereinstimmt, aufweist.

23. Objekterkennungsvorrichtung nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, daß die Erkennungseinrichtung Mittel zum Berechnen einer geraden, der Rate der

erfaßten Signalintensitätsabweichung mit einer Methode der kleinsten Quadrate angenäherten Linie, Mittel zum Berechnen einer Steigung der geraden Linie und Mittel zum Berechnen der Rate der erfaßten Signalintensitätsabweichung von der berechneten Steigung der geraden Linie aufweist.

24. Objekterkennungsvorrichtung mit:
 einer Radareinrichtung zum Anwenden einer Sendewelle auf einen vorbestimmten Bereich in einer Breitenrichtung eines Bezugsfahrzeugs, zum Umwandeln reflektierter Wellen, welche sich aus Reflexionen der Sendewelle ergeben, in ein empfangenes Signal, und zum Erfassen von Objekten auf der Basis des empfangenen Signals; und
 einer Erkennungseinrichtung zum Erkennen von Objekten, welche sich vor dem Bezugsfahrzeug befinden, auf der Basis von Erfassungsergebnissen durch die Radareinrichtung aufweist;
 wobei eine Intensität eines Teils der Sendewelle an einem Sendemittelpunkt maximiert wird und, wenn sich der Teil der Sendewelle von dem Sendemittelpunkt entlang der Breitenrichtung des Bezugsfahrzeugs gesehen weiter entfernt, verringert wird, und wobei ein Anteil der Sendewelle, welcher eine Intensität gleich oder höher als eine vorgeschriebene Intensität aufweist, zur Objekterkennung wirksam ist;
 wobei die Erkennungseinrichtung

- 1) Mittel zum Setzen eines Schwellenwerts bezüglich einer Intensität des empfangenen Signals;
- 2) Mittel zum Trennen des empfangenen Signals in einen ersten Signalanteil und einen zweiten Signalanteil auf der Basis des Schwellenwerts, wobei der erste Signalanteil dem Anteil der Sendewelle entspricht, welche die Intensität gleich oder höher als die vorgeschriebene Intensität aufweist, und der zweite Signalanteil einem anderen Anteil der Sendewelle entspricht;
- 3) Mittel zum Erkennen von Objekten auf der Basis des ersten Signalanteils und
- 4) Mittel zum Ändern des Schwellenwerts, bis eine Länge eines erkannten Objekts in der Breitenrichtung des betreffenden Fahrzeugs in einen vorbestimmten Bereich fällt, aufweist.

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

- Leerseite -

FIG. 1

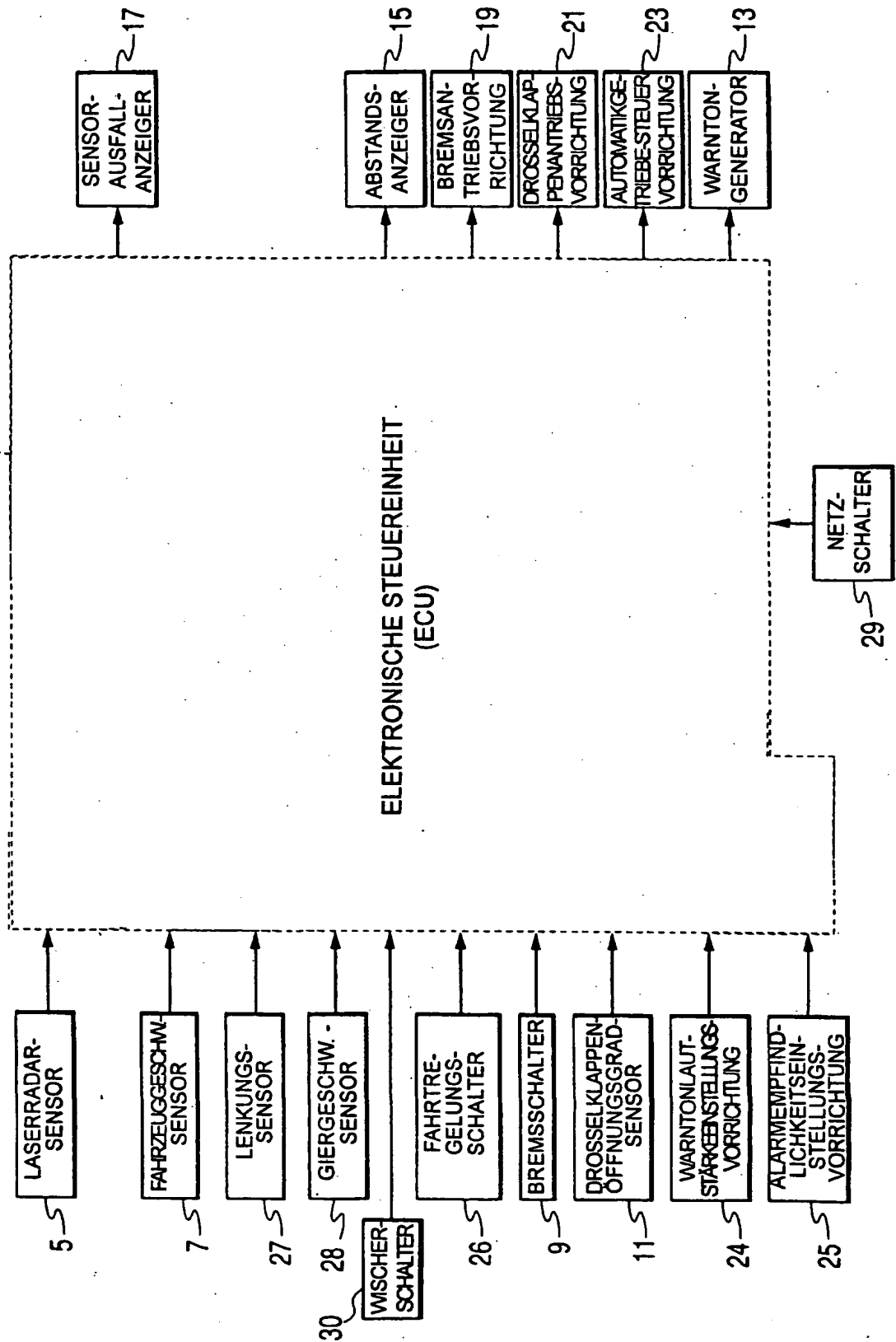


FIG. 2

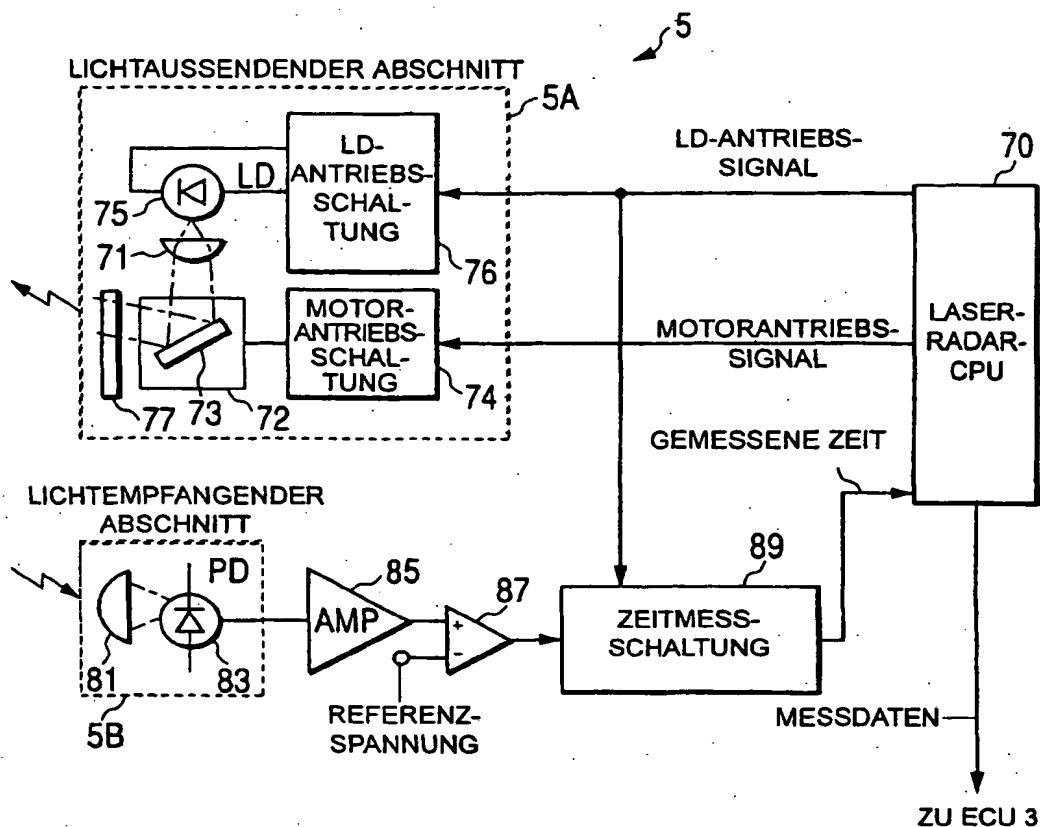


FIG. 3

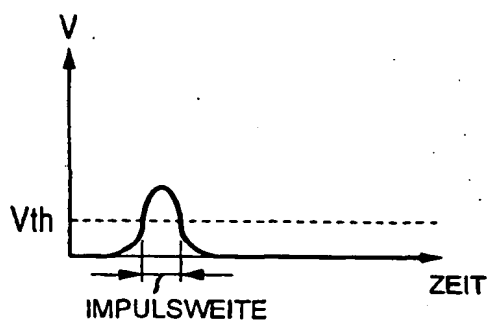
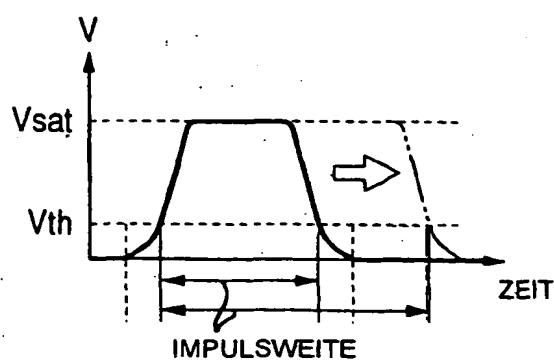


FIG. 4



ERKENNUNGS - ZWISCHENFAHRZEUG - REGULUNGS - ECU

FIG. 5

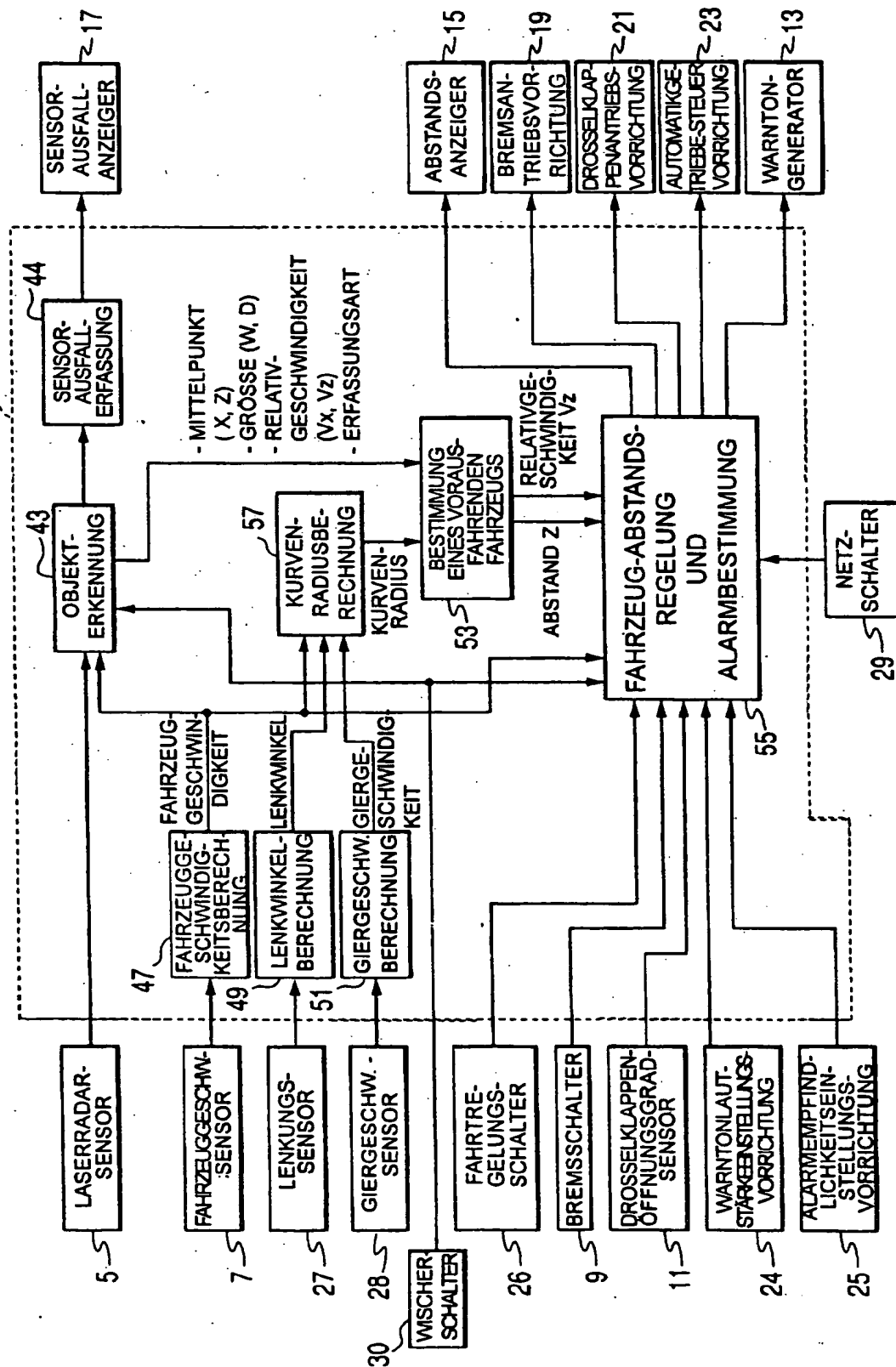


FIG. 6

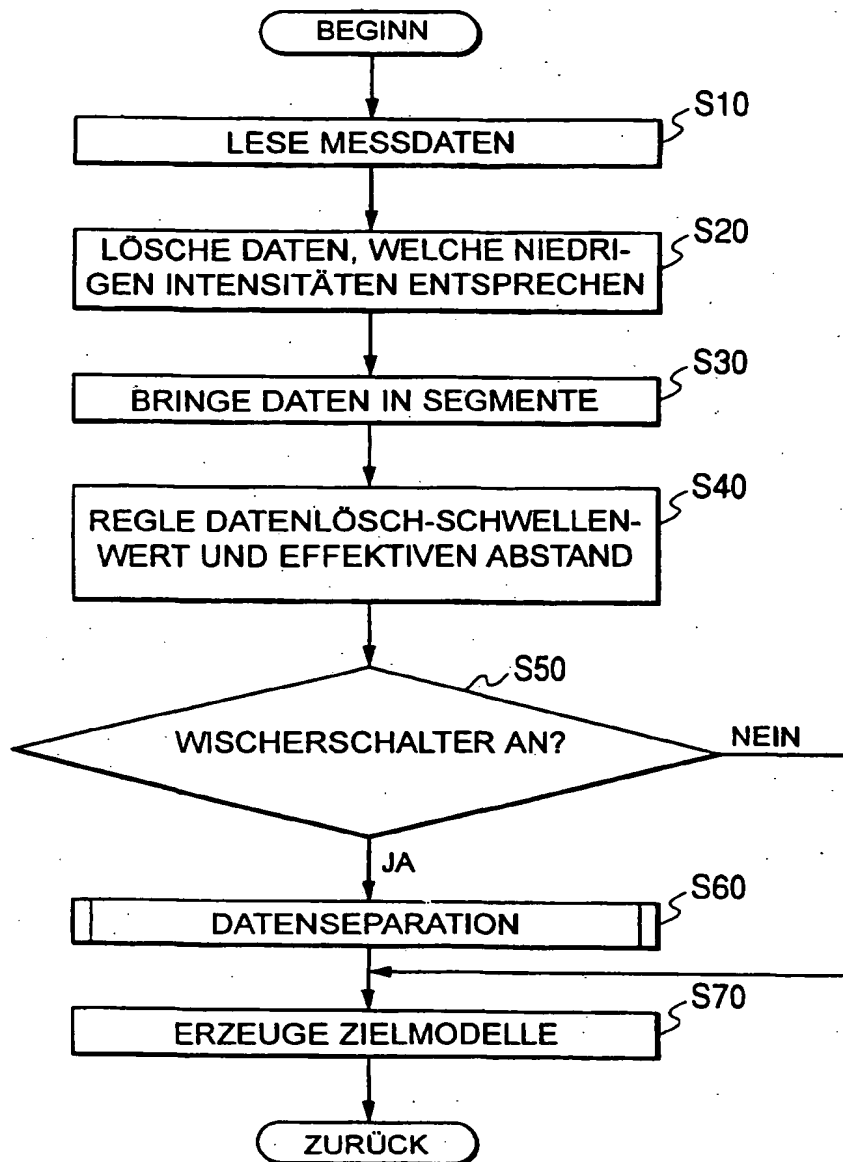


FIG. 7

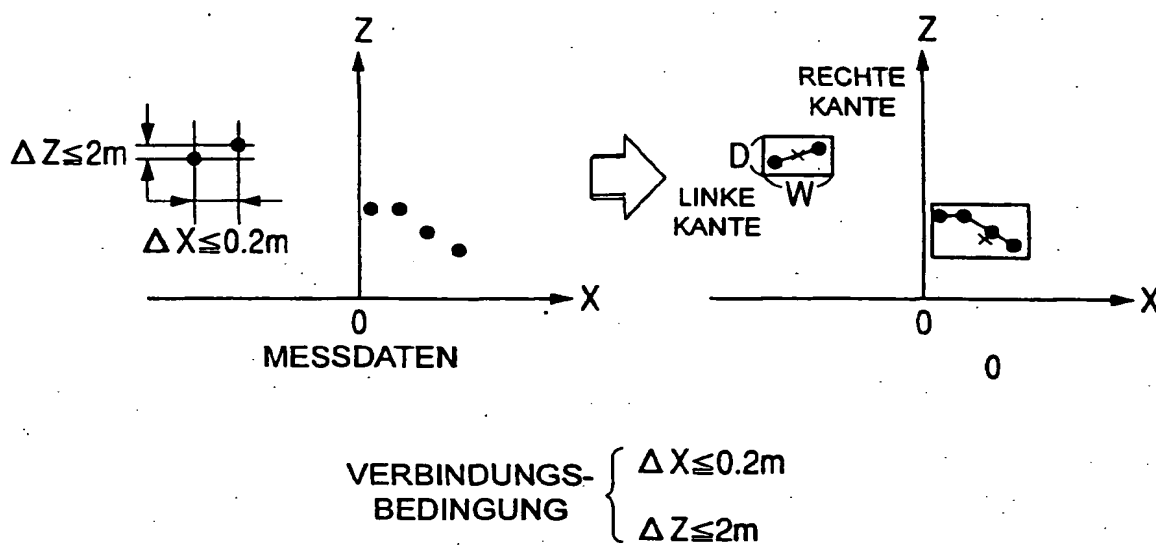


FIG. 8

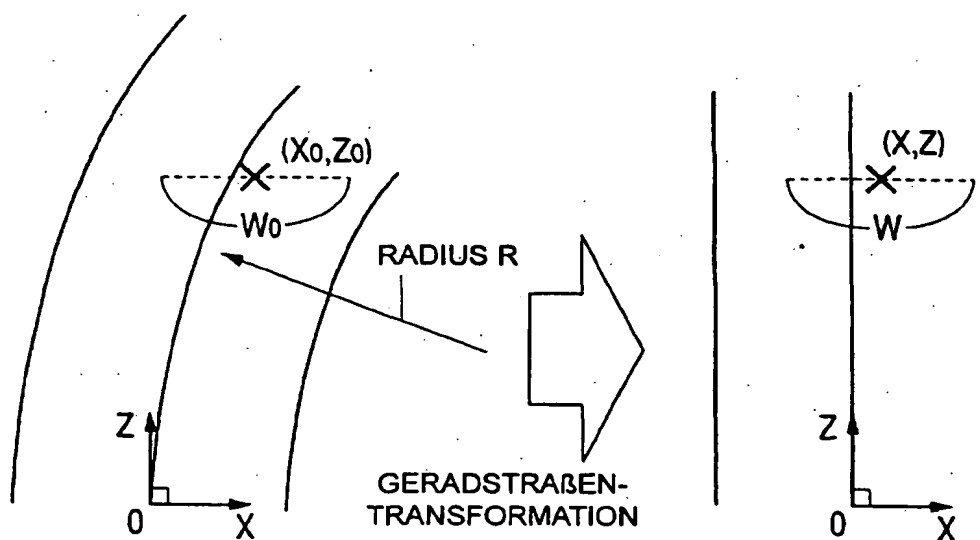


FIG. 9

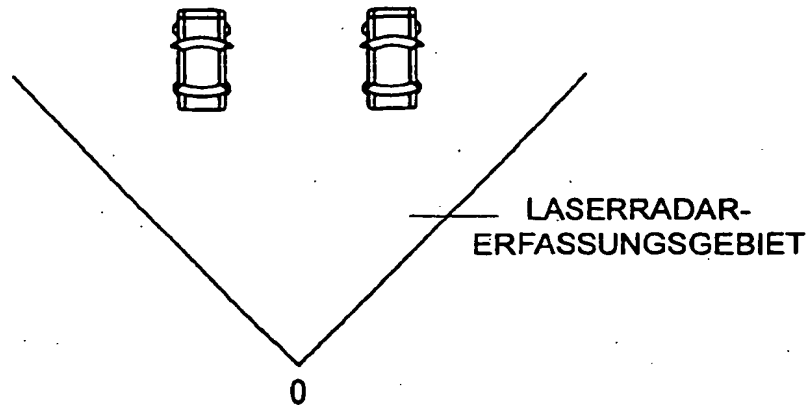


FIG. 10

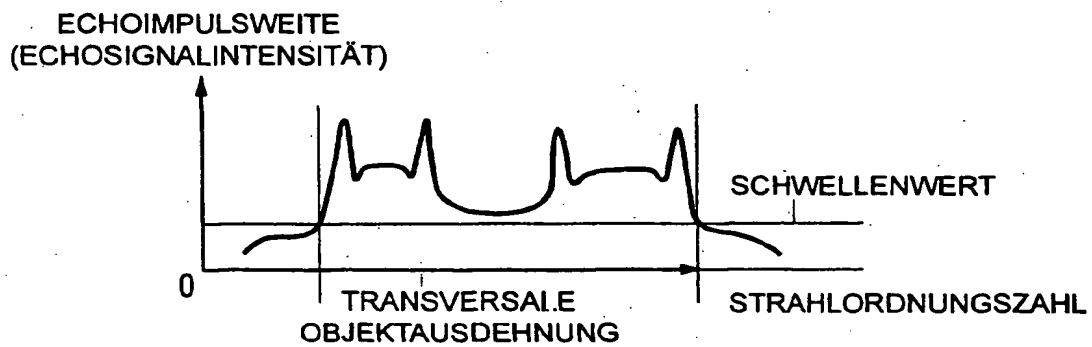


FIG. 11

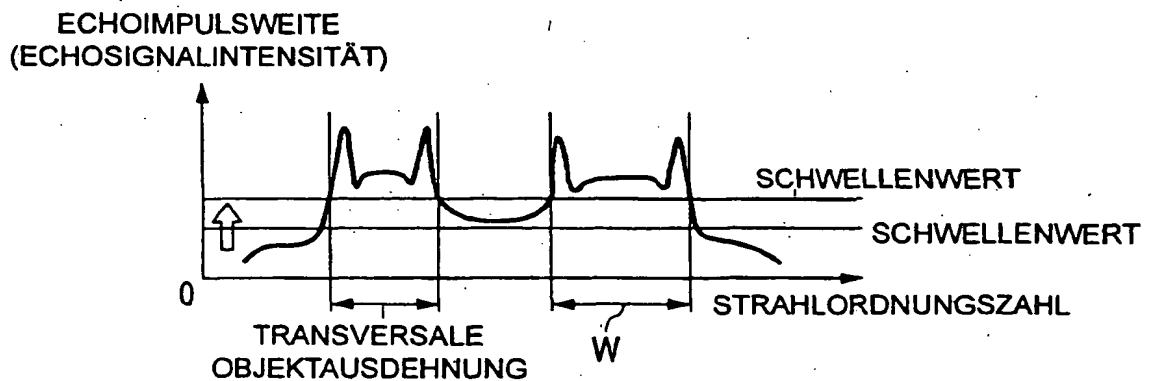


FIG. 12

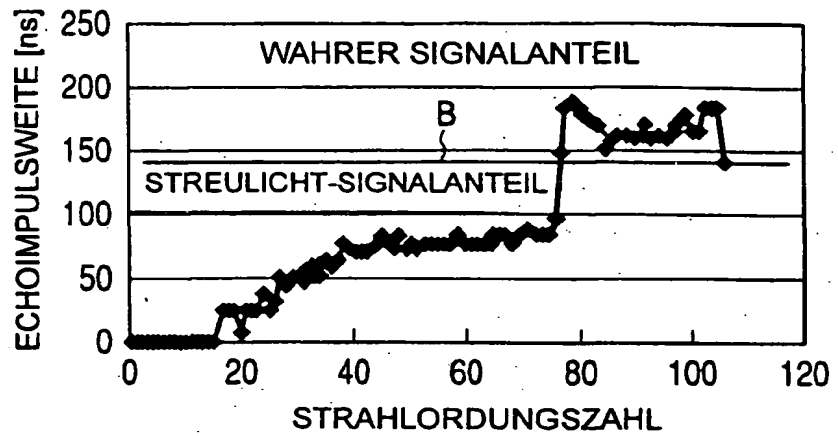


FIG. 14

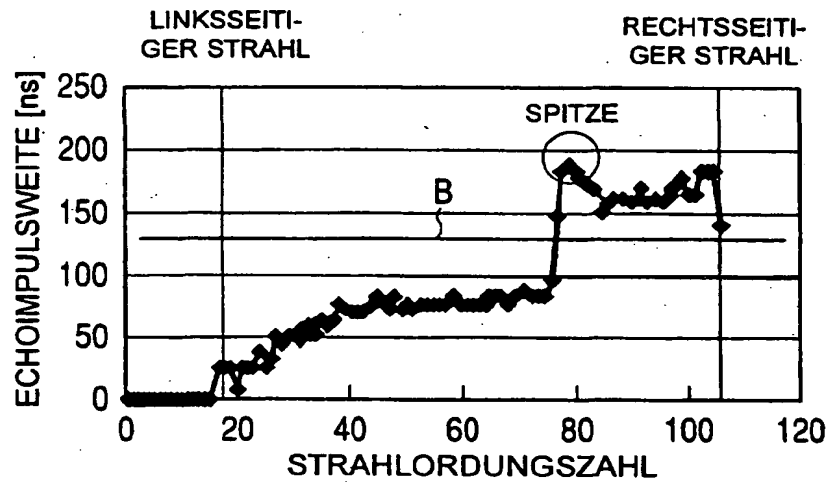


FIG. 15

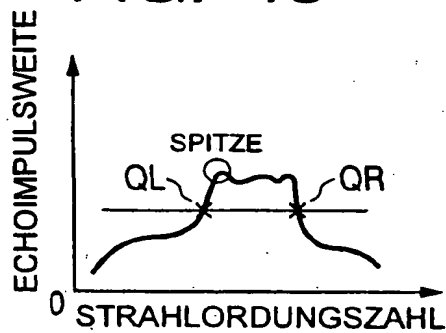


FIG. 16

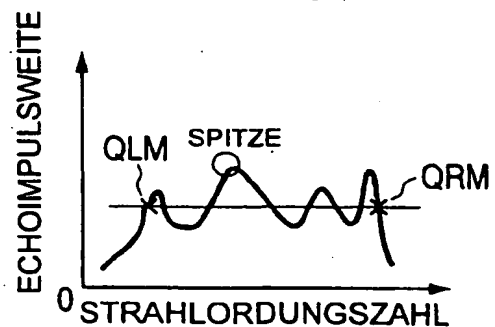


FIG. 13

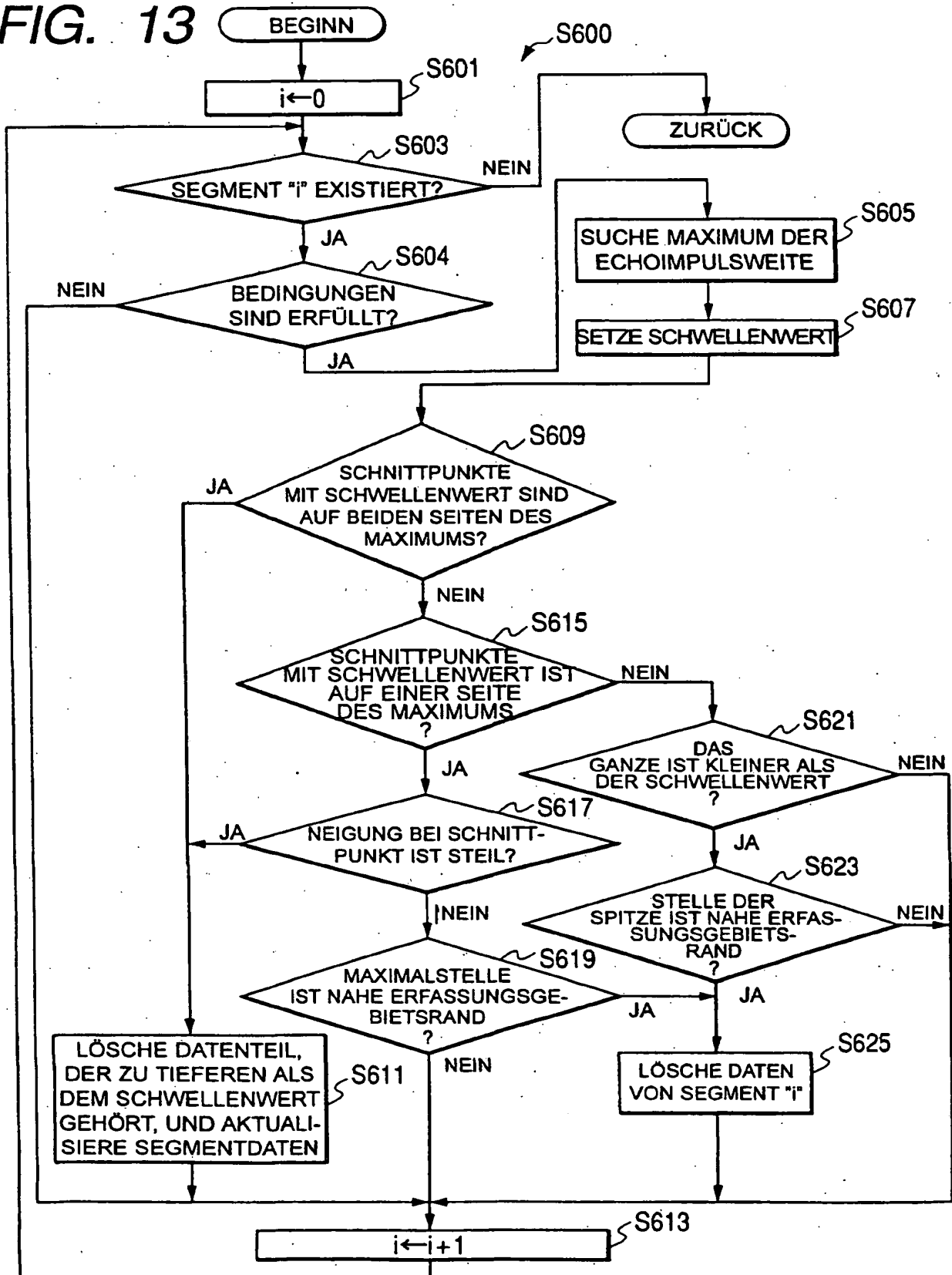


FIG. 17

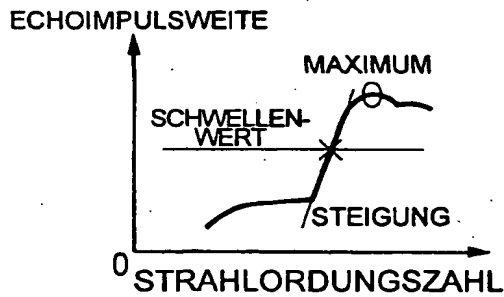


FIG. 21

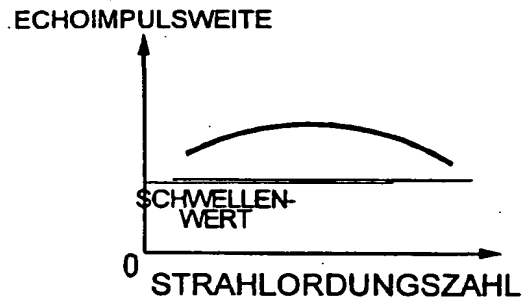


FIG. 18

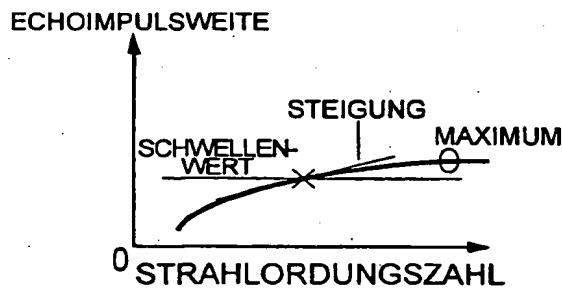


FIG. 22

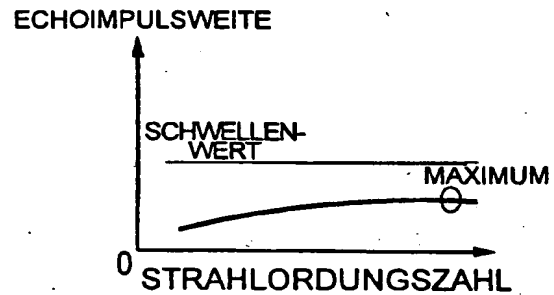


FIG. 19

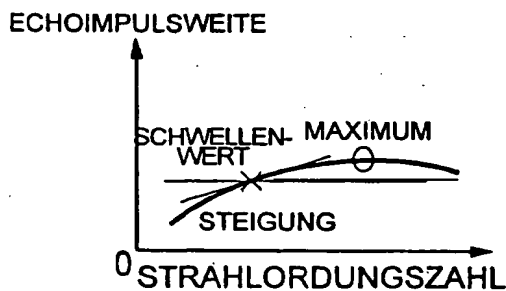


FIG. 23

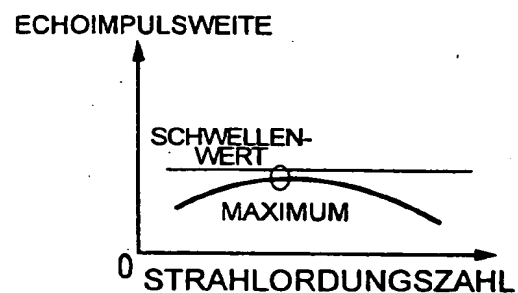


FIG. 20

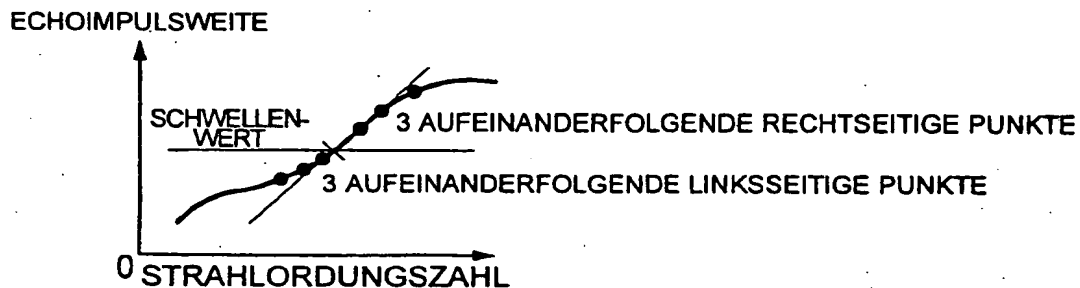
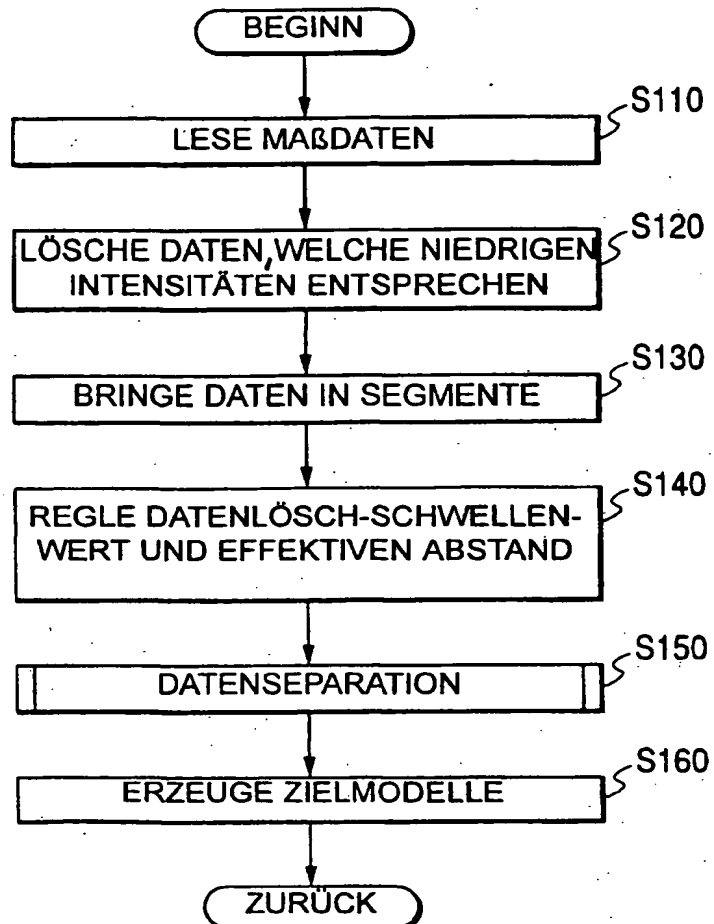


FIG. 24



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.